

Contingut

| | |
|---|-----------|
| CONTINGUT | 1 |
| A. CÀLCULS DE CALOR | 3 |
| B. RESISTÈNCIA ELÈCTRICA | 7 |
| C. PROVES INICIALS TRANSFORMADOR I DISPOSITIU. | 11 |
| D. PROVES INICIALS DEL DISPOSITIU | 15 |
| E. PROVES DISPOSITIU AL GIBRELL D'AIGUA | 17 |
| F. RESISTÈNCIA ELÈCTRICA EXPERIMENTAL | 20 |
| G. PROVES PER MESURAR LES FRICCIONS MECÀNIQUES | 25 |
| H. PLÀNOLS DE LES DIFERENTS PARTS DEL DISPOSITIU | 27 |
| I. PRESA DE DADES AL TALLER MECÀNIC (I) | 35 |
| J. ANÀLISI DE LA PRESSIÓ I EL CABAL | 55 |
| K. ANÀLISI DELS DIFERENTS ASSAJOS (I) | 61 |
| L. PLÀNOLS DE LA TOVERA 9 | 79 |
| M. PRESA DE DADES AL TALLER MECÀNIC (II) | 81 |
| N. ANÀLISI DE LA TOVERA 9 | 83 |
| O. ANÀLISI DELS DIFERENTS ASSAJOS (II) | 85 |

A. Càlculs de calor

Es vol fer un estudi inicial per a saber a quina temperatura teòrica arribarà el dispositiu i per tant el focus calent. Per a realitzar els estudis s'utilitzen les fórmules de calor, representades des de l'Eq. A.1 a l'Eq. A.3. Es considerarà l'efecte de la conducció, la convecció i la resistència de contacte elidint la radiació.

$$q_{cond} = -\lambda \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \cdot A = \frac{\Delta T}{R_{cond}} \quad (\text{Eq. A.1})$$

$$q_{conv} = h_c \cdot A(T_i - T_\infty) = \frac{T_i - T_\infty}{R_{conv}} \quad (\text{Eq. A.2})$$

$$q_{cont} = \frac{T_f - T_i}{\frac{R_{TC}}{A}} = \frac{T_f - T_i}{R_{cont}} \quad (\text{Eq. A.3})$$

La situació inicial dels gasos i les constants que es consideraran fixes es mostren des de l'Eq. A.4 a l'Eq. A.9, on $T_{\infty g}$ és la temperatura dels gasos a la sortida del motor, $T_{\infty a}$ la temperatura ambiental, λ_{Cu} la conductivitat tèrmica del coure, h_a i h_g els coeficients de convecció d'aire i gasos respectivament i, per últim, R_{TC} , que és la resistència de contacte del dispositiu.

$$T_{\infty g} = 530^\circ C \quad (\text{Eq. A.4})$$

$$T_{\infty a} = 25^\circ C \quad (\text{Eq. A.5})$$

$$\lambda_{cu} = 390 \frac{W}{mK} \quad (\text{Eq. A.6})$$

$$h_a = 5 \frac{W}{m^2 K} \quad (\text{Eq. A.7})$$

$$h_g = 15 \frac{W}{m^2 K} \quad (\text{Eq. A.8})$$

$$R_{TC} = 4 \cdot 10^{-6} \frac{m^2 K}{W} \quad (\text{Eq. A.9})$$

D'altra banda, els valors dimensionals utilitzats es troben a un resum a la Taula A-1, on s'observen els valors de la canonada que direcciona els gasos de sortida del motor, la placa de coure que realitza l'intercanvi d'escalfor i el born de coure que conforma el focus calent.

Taula A-1: Valors dimensionals utilitzats per fer els càlculs del dispositiu

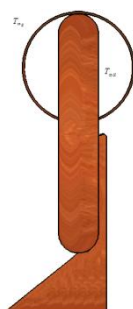
| Canonada | | Placa de coure | | Born de coure | |
|--------------|---------|----------------|--------|---------------|-------|
| ϕ_{ext} | 28 mm | Alçada | 60 mm | ϕ_{ext} | 30 mm |
| ϕ_{int} | 27 mm | Amplada | 10 mm | ϕ_{int} | 13 mm |
| Longitud | 120 mm- | Longitud | 116 mm | Longitud | 40 mm |

Operant les fórmules de calor representades a dalt, es realitzarà un símil elèctric. Des de l'Eq. A.10 a l'Eq. A.12 es troben les operacions que fan referència a la conducció i la convecció. D'altra banda, la Figura A-1 a) és la vista esquematitzada de la secció on es realitza l'intercanvi d'escalfor i la Figura A-1 b) representa el sistema equivalent utilitzat, essent el significat de cada resistència el representat a la Taula A-2.

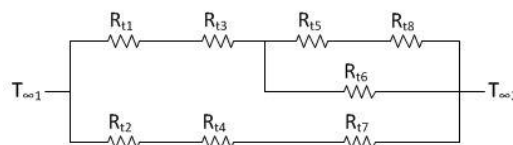
$$R_{cond-paret} = \frac{L}{\lambda \cdot A} \quad (\text{Eq. A.10})$$

$$R_{cond-cilindre} = \frac{\ln\left(\frac{\phi_e}{\phi_i}\right)}{2\pi \cdot \lambda \cdot L} \quad (\text{Eq. A.11})$$

$$R_{conv} = \frac{1}{h_c \cdot A} \quad (\text{Eq. A.12})$$



a)



b)

Figura A-1: a) Secció esquematitzada on es realitza l'intercanvi d'escalfor. b) Sistema equivalent de resistència d'escalfor

Taula A-2: Significat de les resistències utilitzades en el estudi de calor.

| | |
|----------|---|
| R_{t1} | Resistència tèrmica a la convecció dels gasos d'escapament a la placa de coure. |
| R_{t2} | Resistència tèrmica a la convecció dels gasos a la paret interior de la canonada. |
| R_{t3} | Resistència tèrmica a la conducció de l'escalfor a la placa de coure. |
| R_{t4} | Resistència tèrmica a conducció de l'escalfor en la canonada de coure. |
| R_{t5} | Resistència tèrmica al contacte entre metalls. |
| R_{t6} | Resistència tèrmica la convecció de l'escalfor de la placa de coure a l'ambient. |
| R_{t7} | Resistència tèrmica la convecció de l'escalfor de la canonada de coure a l'ambient. |
| R_{t8} | Resistència tèrmica la convecció de l'escalfor del born o focus calent a l'ambient. |

Utilitzant les equacions abans representades i amb simplificacions dimensionals que es consideren que no afectaran excessivament als resultats, s'extreu el valor d'aquestes resistències (de l'Eq. A.13 fins a l'Eq. A.22).

$$R_{t1} = \frac{1}{h_g \cdot A_{t1}} = \frac{1}{15,7,46 \cdot 10^{-3}} = 8,94 \text{ K/W} \quad (\text{Eq. A.13})$$

$$A_{t1} = 116 \cdot 10^{-3} \cdot 25 \cdot 10^{-3} \cdot 2 + 25 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 2 + 116 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 7,46 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad (\text{Eq. A.14})$$

$$R_{t2} = \frac{1}{h_g \cdot A_{t2}} = \frac{1}{15 \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{27}{2} \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 10^{-3} - 116 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \right)} = 7,39 \text{ K/W} \quad (\text{Eq. A.15})$$

$$R_{t3} = \frac{L_{t3}}{\lambda_{Cu} \cdot A_{t3}} = \frac{60 - 25}{390 \cdot (116 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3})} = 77,36 \text{ K/W} \quad (\text{Eq. A.16})$$

$$R_{t4} = \frac{\ln\left(\frac{\phi_e}{\phi_i}\right)}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{Cu} \cdot L_{t4}} = \frac{\ln\left(\frac{28}{27}\right)}{2 \cdot \pi \cdot 390 \cdot 120 \cdot 10^{-3}} = 1,24 \cdot 10^{-4} \text{ K/W} \quad (\text{Eq. A.17})$$

$$R_{t5} = \frac{R_{TC}}{A_{t5}} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot \left(\frac{30 \cdot 10^{-3}}{2}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{13 \cdot 10^{-3}}{2}\right)^2} = 6,97 \text{ K/W} \quad (\text{Eq. A.18})$$

$$R_{t6} = \frac{1}{h_a \cdot A_{t6}} = \frac{1}{5,9,27 \cdot 10^{-3}} = 21,57 \text{ K/W} \quad (\text{Eq. A.19})$$

$$A_{t6} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot (35 \cdot 116 + 35 \cdot 10) + 116 \cdot 10 \cdot 10^{-6} - \pi \left(\frac{30 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2 = 9,27 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad (\text{Eq. A.20})$$

$$R_{t7} = \frac{1}{h_a \cdot A_{t7}} = \frac{1}{5 \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{28}{2} \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 10^{-3} - 116 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \right)} = 21,30 \text{ K/W} \quad (\text{Eq. A.21})$$

$$R_{t8} = \frac{1}{h_a \cdot A_{t8}} = \frac{1}{5 \cdot (23 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \cdot 10^{-3})} = 217,39 \text{ K/W} \quad (\text{Eq. A.22})$$

Utilitzant la teoria de circuits i operant les resistències en sèrie i en paral·lel, s'obté la resistència equivalent del circuit que es mostra a l'Eq. A.23. La potència tèrmica equivalent que aportarien els gasos al conjunt es mostra a l'Eq. A.24. Continuant la teoria de circuits, a la Taula A-3 es mostra un resum dels increments de temperatures i la potència tèrmica equivalent per a cada resistència.

$$R_{t.eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_{t1} + R_{t3} + \frac{1}{\frac{1}{R_{t5} + R_{t8}} + \frac{1}{R_{t6}}}} + \frac{1}{R_{t2} + R_{t4} + R_{t7}}} = 22,58 \text{ K/W} \quad (\text{Eq. A.23})$$

$$q_{t.eq} = \frac{T_{\infty g} - T_{\infty a}}{R_{t.eq}} = 22,36 \text{ W} \quad (\text{Eq. A.24})$$

Taula A-3: Increment de temperatura i potència tèrmica equivalent per a cada resistència tèrmica

| | | | | | | | |
|-----------|--------|------------------|--------|-----------|--------|------------------|--------|
| q_{Rt1} | 4,8 W | ΔT_{Rt1} | 42 °C | q_{Rt2} | 17,6 W | ΔT_{Rt2} | 130 °C |
| q_{Rt3} | 4,8 W | ΔT_{Rt3} | 369 °C | q_{Rt4} | 17,6 W | ΔT_{Rt4} | 0 °C |
| q_{Rt5} | 0,4 W | ΔT_{Rt5} | 3 °C | q_{Rt6} | 4,4 W | ΔT_{Rt6} | 94 °C |
| q_{Rt7} | 17,6 W | ΔT_{Rt7} | 400 °C | q_{Rt8} | 0,4 W | ΔT_{Rt8} | 91 °C |

B. Resistència elèctrica

Es realitza un estudi inicial per saber quina és la resistència elèctrica del dispositiu. Per a realitzar-lo s'utilitza l'Eq. B.1, on indica la resistència elèctrica d'un material de secció constant i l'Eq. B.2, que mostra la variació de la resistència elèctrica amb la temperatura.

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad (\text{Eq. B.1})$$

$$R_T = R_{T_0} \cdot (1 + \alpha(T - T_0)) \quad (\text{Eq. B.2})$$

D'altra banda des de l'Eq. B.3 fins a l'Eq. B.6 s'observen els valors constants en funció del material com són la resistivitat i el coeficient de dilatació.

$$\rho_{Cu} = 1,7 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot mm \quad (\text{Eq. B.3})$$

$$\alpha_{Cu} = 3,9 \cdot 10^{-3} K^{-1} \quad (\text{Eq. B.4})$$

$$\rho_{Al} = 2,82 \cdot 10^{-5} \Omega \cdot mm \quad (\text{Eq. B.5})$$

$$\alpha_{Al} = 3,9 \cdot 10^{-3} K^{-1} \quad (\text{Eq. B.6})$$

Els valors dimensionals emprats es troben en un resum a la Taula B-1. En aquesta es veuen tant les dimensions dels terminals dels borns com la longitud de les tires de coure que uneixen els contactes, la secció de les quals és 20 mm d'ample i 4 mm de profunditat. D'altra banda a la Figura B-1 a) es mostra el croquis del dispositiu utilitzat i a la Figura B-1 b) s'observa el sistema de resistències elèctriques equivalent.

Taula B-1: Valors dimensionals utilitzats per fer els càlculs del dispositiu

| Tires de coure | | Born part de coure | | Born part d'alumini | |
|----------------|--------|--------------------|-------|---------------------|-------|
| L_{AB} | 170 mm | ϕ_{ext} | 30 mm | ϕ_{ext} | 32 mm |
| L_{AC} | 170 mm | ϕ_{int} | 13 mm | ϕ_{int} | 19 mm |
| L_{AD} | 177 mm | Longitud | 15 mm | Longitud | 60 mm |

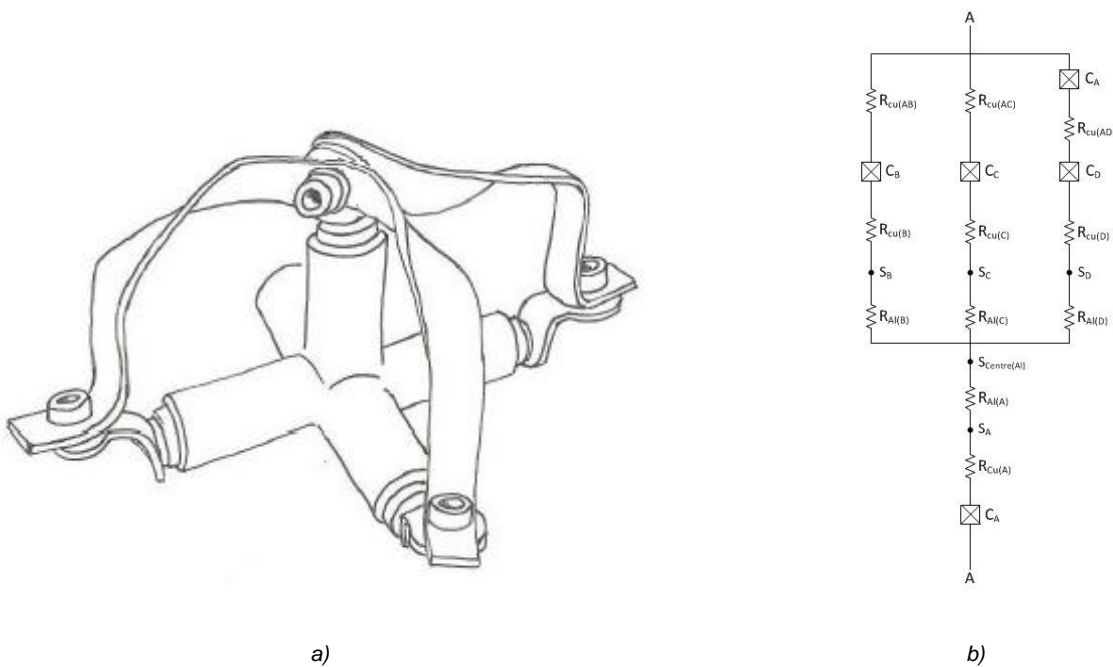


Figura B-1: a) Croquis dispositiu. b) Resistències elèctriques equivalent del croquis

Per acabar, de l'Eq. B.7 a l'Eq. B.17 es mostra el càlcul de les resistències. Per l'altra banda, es determina que les soldadures dels borns entre coure i alumini tindran una diferència de $0,01 \mu\Omega$ (Eq. B.18 i Eq. B.19), ja que es fabriquen a una alta pressió i temperatura i és un material dissenyat per fer circular corrent. D'altra banda, es considera que la soldadura del centre (Eq. B.20) tindrà una resistència de $1 \mu\Omega$ degut a que també s'ha realitzat a una alta temperatura i per un professional. Per últim, s'estableix que els contactes realitzats mitjançant cargols (Eq. B.21 i Eq. B.22) tindran una resistència de $1 \mu\Omega$ degut a que la pressió a la qual estaran sotmesos serà elevada.

$$R_{Cu(AB)} = 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{170}{4 \cdot 20} = 36,125 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.7})$$

$$R_{Cu(B)} = 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{15}{\pi \cdot \left(\frac{30}{2}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{13}{2}\right)^2} = 0,444 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.8})$$

$$R_{Al(B)} = 2,82 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{60}{\pi \cdot \left(\frac{32}{2}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{19}{2}\right)^2} = 3,249 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.9})$$

$$R_{Cu(AC)} = R_{Cu(AB)} = 36,125 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.10})$$

$$R_{Cu(C)} = R_{Cu(B)} = 0,444 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.11})$$

$$R_{Al(C)} = R_{Al(B)} = 3,249 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.12})$$

$$R_{Cu(AD)} = 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{177}{4 \cdot 20} = 37,613 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.13})$$

$$R_{Cu(D)} = R_{Cu(B)} = 0,444 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.14})$$

$$R_{Al(D)} = R_{Al(B)} = 3,249 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.15})$$

$$R_{Al(A)} = 2,82 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{60}{\pi \cdot \left(\frac{32}{2}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{19}{2}\right)^2} \cdot (1 + 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot (90,94)) = 4,402 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.16})$$

$$R_{Cu(A)} = 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{15}{\pi \cdot \left(\frac{30}{2}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{13}{2}\right)^2} \cdot (1 + 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot (90,94)) = 0,602 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.17})$$

$$S_B = S_C = S_D = 0,01 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.18})$$

$$S_A = 0,01 \cdot (1 + 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot (389,09 - 298,15)) = 0,014 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.19})$$

$$S_{Centre(Al)} = 1 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.20})$$

$$C_B = C_C = C_D = 1 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.21})$$

$$C_A = 1 \cdot (1 + 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot (389,09 - 298,15)) = 1,355 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.22})$$

Utilitzant la teoria de circuits i operant les resistències en sèrie i paral·lel s'obtenen les resistències equivalents per a cada branca del focus fred (de l'Eq. B.23 a l'Eq. B.25), la branca del focus calent (Eq. B.26) i la resistència equivalent del circuit a l'Eq. B.27.

$$R_{branca(B)} = R_{Cu(AB)} + C_B + R_{Cu(B)} + S_B + R_{Al(B)} = 40,828 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.23})$$

$$R_{branca(C)} = R_{Cu(AC)} + C_C + R_{Cu(C)} + S_C + R_{Al(C)} = 40,828 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.24})$$

$$R_{branca(D)} = C_A + R_{Cu(AD)} + C_D + R_{Cu(D)} + S_D + R_{Al(D)} = 43,671 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.25})$$

$$R_{branca(A)} = R_{Al(A)} + S_A + R_{Cu(A)} + C_A = 6,373 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.26})$$

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_{branca(B)}} + \frac{1}{R_{branca(C)}} + \frac{1}{R_{branca(D)}}} + S_{Centre(Al)} + R_{branca(A)} = 21,282 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.27})$$

Per últim s'ha volgut realitzar un petit estudi per intentar treballar en el focus fred amb una temperatura criogènica d'uns -130 °C. D'aquesta manera, els valors de les resistències de les branques situades al focus fred (branca B, C i D) i la soldadura del centre tindrien les resistències observades des de l'Eq. B.28 a l'Eq. B.31. Modificant els valor a l'equació de la resistència equivalent, aquesta dona el valor de l'Eq. B.32.

$$R_{branca(B)-130^{\circ}C} = 40,828 \cdot (1 + 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot (143,15 - 293,15)) = 16,944 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.28})$$

$$R_{branca(C)-130^{\circ}C} = 40,828 \cdot (1 + 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot (143,15 - 293,15)) = 16,944 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.29})$$

$$R_{branca(D)-130^{\circ}C} = 43,671 \cdot (1 + 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot (143,15 - 293,15)) = 18,124 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.30})$$

$$S_{Centre(Al)-130^{\circ}C} = 1 \cdot (1 + 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot (143,15 - 293,15)) = 0,415 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.31})$$

$$R_{eq}' = 12,558 \mu\Omega \quad (\text{Eq. B.32})$$

C. Proves inicials transformador i dispositiu.

Primer de tot es va calcular la relació de transformació del transformador, es van contar el número d'espises del secundari i a partir d'aquests valors es va calcular el número d'espises del primari. Trobant-se des de l'Eq. C.1 a l'Eq. C.3

$$r_t = \frac{230}{12} = 17,43 \quad (\text{Eq. C.1})$$

$$N_2 = 56 \text{ espises} \quad (\text{Eq. C.2})$$

$$N_1 = N_2 \cdot r_t = 56 \cdot 17,43 = 976,3 \text{ espises} \quad (\text{Eq. C.3})$$

La primera prova consisteix en la comprovació del bon funcionament del transformador. Amb una tensió d'entrada al primari constant, essent la tensió del laboratori de 246 V, s'extreu la tensió en borns al secundari (Eq. C.4) i la intensitat d'entrada al primari (Eq. C.5). Per últim es crea un circuit terciari format per 10 espises i es calcula la tensió per a l'espira en buit (Eq. C.6).

$$V_{20} = 14,11 \text{ V} \quad (\text{Eq. C.4})$$

$$I_{10} = 6,5 \text{ mA} \quad (\text{Eq. C.5})$$

$$V_{30} = \frac{2,54}{10} = 0,254 \text{ V/espira} \quad (\text{Eq. C.6})$$

A continuació, a la Taula C-1, s'observa com variant la tensió d'entrada al secundari i mesurant la intensitat que hi circulava amb el debanat primari obert s'obtenen els següents valors. La gràfica d'aquesta taula és la que es troba a la Figura C-1.

Taula C-1: Dades tensió i corrent del debanat secundari.

| $V_{lab(2)} [V]$ | $I_{20} [mA]$ |
|------------------|---------------|
| 14,10 | 102 |
| 12,50 | 88 |
| 12,15 | 85 |
| 10,50 | 75 |

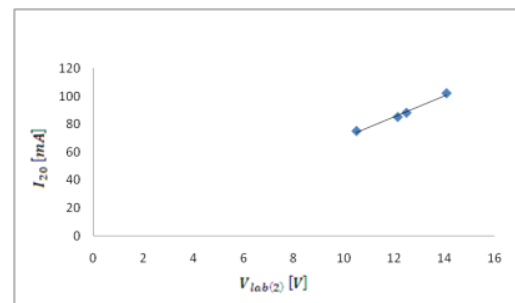


Figura C-1: Gràfica tensió-corrent del secundari en buit

Seguidament es van realitzar les proves de curtcircuit, per veure el comportament dels dos debanats quan aquests interaccionen curtcircuitant un d'ells.

Primer es va realitzar el curtcircuit del debanat secundari i a continuació es va anar augmentant la tensió dels borns de connexió del primari fins arribar a 25 A, que és la intensitat nominal al secundari. Per arribar a aquest valor, la tensió d'entrada al primari és de 22,7 V, essent l'Eq. C.7 la tensió de curtcircuit referit al nominal del debanat primari. Realitzant les extrapolacions corresponents trobem la intensitat de curtcircuit a cada debanat (Eq. C.8. i Eq. C.9)

$$\mathcal{E}_{cc} = \frac{22,7}{230} = 0,097 \cong 10\% \quad (\text{Eq. C.7})$$

$$I_{cc1} = \frac{25 \cdot 230}{22,7} = 253,3 \text{ A} \quad (\text{Eq. C.8})$$

$$I_{cc2} = \frac{25 \cdot 12}{22,7} = 13,22 \text{ A} \quad (\text{Eq. C.9})$$

Posteriorment, es va realitzar el mateix procediment però curtcircuitant el primari. D'aquesta manera arribarem només a la meitat de la intensitat nominal, que és 0,65 A i observem que la tensió als borns del secundari és de 0,9 V. L'Eq C.10 indica la tensió de curtcircuit referenciada al secundari i l'Eq. C.11 i l'Eq. C.12 les extrapolacions de les corrents de curtcircuit a cada debanat.

$$\mathcal{E}_{cc} = \frac{2 \cdot 0,9}{12} = 0,15 = 15\% \quad (\text{Eq. C.10})$$

$$I_{cc1} = \frac{0,65 \cdot 230}{0,9} = 166,1 \text{ A} \quad (\text{Eq. C.11})$$

$$I_{cc2} = \frac{0,65 \cdot 12}{0,9} = 8,66 \text{ A} \approx 9 \text{ A} \quad (\text{Eq. C.12})$$

Per acabar, es va realitzar una prova per tal de comprovar que la distribució d'intensitats al terciari es realitzés d'una forma homogènia. Aquesta prova es realitza controlant la intensitat magnetitzant d'entrada al primari i mesurant la tensió al primari, al secundari i les intensitats de les diferents branques del terciari. A més, es van mesurar les temperatures dels diferents terminals de les branques. A la Taula C-2 es troba el recull de les dades preses durant la realització de l'experiment i a la Taula C-3 es troba la temperatura dels diferents terminals.

Taula C-2: Intensitats del debanat terciari a la realització de l'experiment

| $I_1 [mA]$ | $V_1 [V]$ | $V_2 [V]$ | $I_{AB} [A]$ | $I_{AC} [A]$ | $I_{AD} [A]$ |
|------------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------------|
| 125 | 5,05 | 0,19 | 28 | 22 | 28 |
| 250 | 9,50 | 0,38 | 50 | 44 | 50 |
| 350 | 12,98 | 0,6 | 78 | 74 | 78 |
| 500 | 16,75 | 0,75 | 102 | 82 | 102 |
| 700 | 23,82 | 1,12 | 140 | 115 | 140 |

Taula C-3: Temperatures de les unions a la realització de l'experiment

| $T_A [^{\circ}C]$ | $T_B [^{\circ}C]$ | $T_C [^{\circ}C]$ | $T_D [^{\circ}C]$ |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 22,7 | 23,3 | 23,1 | 23,4 |

Concloure que el conjunt de proves, es va realitzar amb el voltímetre Metro One hit de color verd disponible al laboratori de electrotècnia, les intensitats petites amb l'amperímetre analògic Supertester 680R amb nº 7321863 i les intensitats elevades amb l'amperímetre analògic de 1.000 A amb nº inventari 220426. Finalment, les temperatures es van mesurar amb la càmera termogràfica Raytek Raynger ST60-IS.

D. Proves inicials del dispositiu

Es connecta l'oscil·loscopi (dl 1640 digital oscilloscope model 701610 n° 91F419006) per curtcircuitar un dels dos debanats i veure la intensitat amb l'ajuda d'un shunt de 60 mV i 1 A, observant la tensió als borns de l'altre debanat. Amb la càmera termogràfica Raytek Raynger ST60-IS es llegiran les temperatures del focus calent i del focus fred. I amb un cremador de 2000 W de potència s'aplica escalfor al focus calent del dispositiu.

A la Figura D-1 es mostra l'estat inicial de la prova, on s'observa que hi ha present soroll. Per aquest motiu es decideix disminuir el temps per divisió. A la Taula D-1 es pot observar les temperatures inicials del dispositiu.

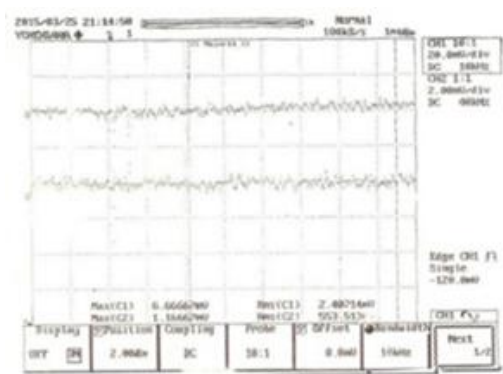
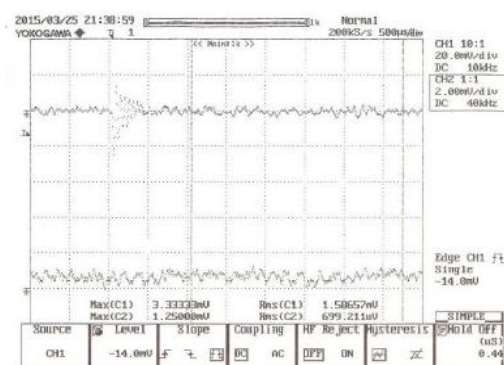


Figura D-1: Situació inicial de la prova.

Taula D-1: Temperatures inicials dels focus

| | |
|---------------------------------|------|
| T ^a focus calent (A) | 20°C |
| T ^a focus fred 1(B) | 20°C |
| T ^a focus fred 2 (C) | 20°C |
| T ^a focus fred 3 (D) | 20°C |

Es comença a escalfar el focus calent amb l'ajut del cremador i es fa el primer curtcircuit al debanat secundari. La Figura D-2 mostra aquest primer curtcircuit. D'altra banda es necessari disminuir més el temps per divisió ja que no s'observa correctament la resposta del dispositiu. La Taula D-2 indica les temperatures dels diferents focus en aquest moment.



Taula D-2: Temperatures dels diferents focus al primer curtcircuit

| | |
|---------------------------------|------|
| T ^a focus calent (A) | 30°C |
| T ^a focus fred 1(B) | 20°C |
| T ^a focus fred 2 (C) | 20°C |
| T ^a focus fred 3 (D) | 20°C |

Figura D-2: Primer curtcircuit, debanat secundari. $I_{pic}=0,02A$.

Es segueix aplicant escalfor al focus calent i es continuen realitzant curtcircuits al debanat secundari. De la Figura D-3 a la Figura D-5 s'observa que al canal que es curtcircuita té una ona amb una freqüència d'uns 18,18 kHz i l'altre canal té força soroll. De la Taula D-3 a la Taula D-5 es poden veure les temperatures dels diferents focus a cada moment.

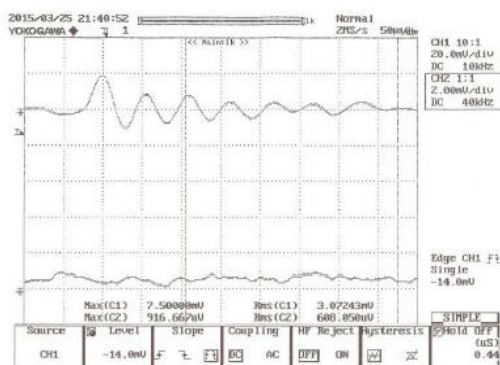


Figura D-3: Segon curtcircuit, debanat secundari. $I_{pc}=0,03A$.

Taula D-3: Temperatures dels diferents focus al segon curtcircuit

| | |
|------------------------|------|
| T^a focus calent (A) | 45°C |
| T^a focus fred 1 (B) | 30°C |
| T^a focus fred 2 (C) | 30°C |
| T^a focus fred 3 (D) | 30°C |

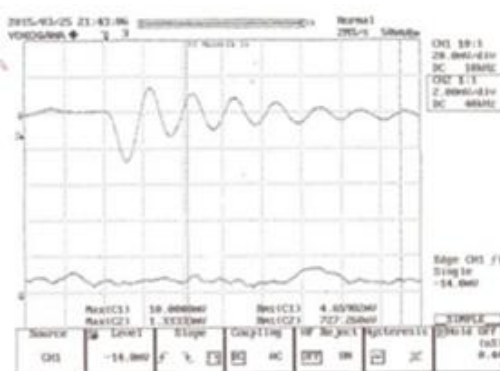


Figura D-4: Tercer curtcircuit, debanat secundari. $I_{pc}=0,04A$.

Taula D-4: Temperatures dels diferents focus al tercer curtcircuit

| | |
|------------------------|------|
| T^a focus calent (A) | 70°C |
| T^a focus fred 1 (B) | 40°C |
| T^a focus fred 2 (C) | 40°C |
| T^a focus fred 3 (D) | 40°C |

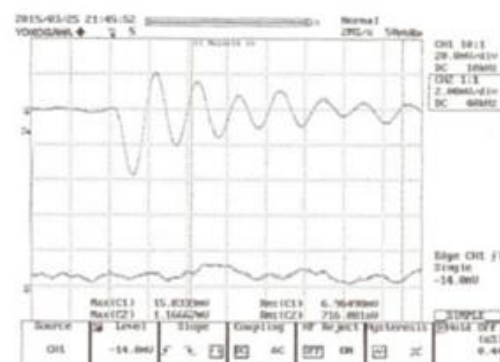


Figura D-5: Quart curtcircuit, debanat secundari. $I_{pc}=0,06A$.

Taula D-5: Temperatures dels diferents focus al quart curtcircuit

| | |
|------------------------|-------|
| T^a focus calent (A) | 120°C |
| T^a focus fred 1 (B) | 60°C |
| T^a focus fred 2 (C) | 60°C |
| T^a focus fred 3 (D) | 60°C |

L'amplada d'ona augmenta amb la diferència de temperatures entre els diferents focus

E. Proves dispositiu al gibrell d'aigua

Seguint el mateix procediment i utilitzant els mateixos instruments de l'annex D (cremador, oscil·loscopi i càmera termogràfica), es procedeix a realitzar l'estudi del dispositiu al gibrell d'aigua.

Amb el nou dispositiu, s'aplica l'escalfor a l'interior del tub de coure que recull els gasos. De la Figura E-1 a la Figura E-3 es mostra l'estat inicial i els curtcircuit realitzats al debanat primari. D'altra banda de la Taula E-1 a la Taula E-3 es mostren les temperatures dels diferents focus a cada moment.

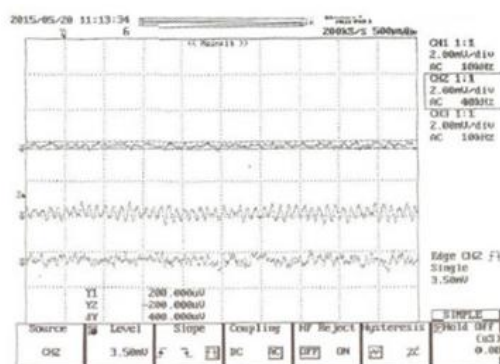


Figura E-1: Situació inicial de la prova

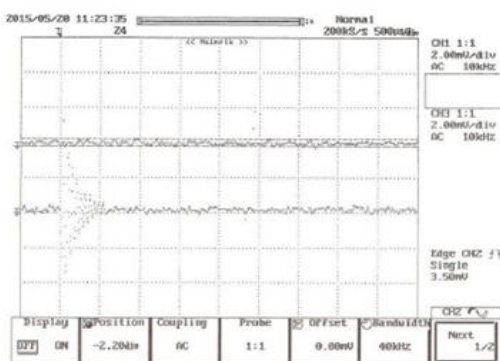


Figura E-2: Primer curtcircuit, debanat primari. $I_{pic}=0,03A$.

Taula E-1: Temperatures inicials dels focus

| | |
|---------------------------------|------|
| T ^a focus calent (A) | 20°C |
| T ^a focus fred 1(B) | 20°C |
| T ^a focus fred 2 (C) | 20°C |
| T ^a focus fred 3 (D) | 20°C |

Taula E-2: Temperatures dels diferents focus al primer curtcircuit

| | |
|---------------------------------|------|
| T ^a focus calent (A) | 70°C |
| T ^a focus fred 1(B) | 20°C |
| T ^a focus fred 2 (C) | 20°C |
| T ^a focus fred 3 (D) | 20°C |

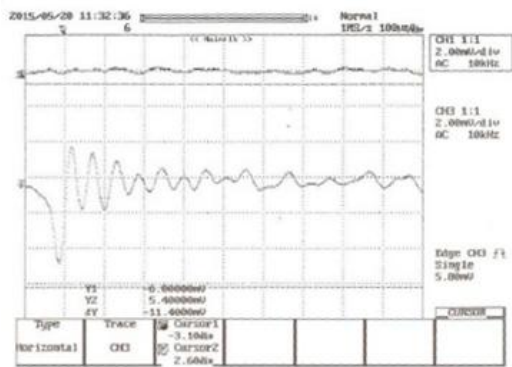


Figura E-3: Segon curtcircuit, debanat primari. $I_{pc}=0,07A$.

A continuació, s'ha modificat el shunt per a ubicar-lo al debanat secundari i realitzar el curtcircuit des d'aquest. De la Figura E-4 a la Figura E-6 es mostra el resultat d'aquests curtcircuits. D'altra banda de la Taula E-4 a la Taula E-6 es mostren les temperatures dels diferents focus a cada moment.

Taula E-3: Temperatures dels diferents focus al segon curtcircuit

| | |
|---------------------------------|-------|
| T ^a focus calent (A) | 115°C |
| T ^a focus fred 1(B) | 20°C |
| T ^a focus fred 2 (C) | 20°C |
| T ^a focus fred 3 (D) | 20°C |

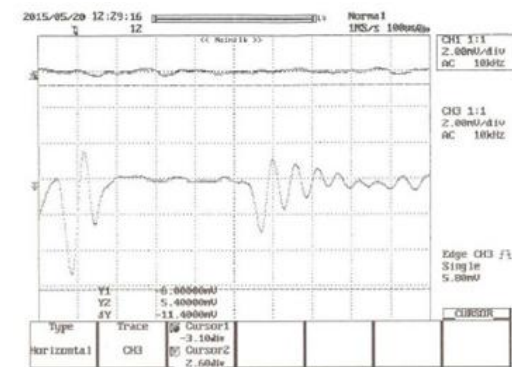


Figura E-4: Primer curtcircuit, debanat secundari. $I_{pc}=0,09A$.

Taula E-4: Temperatures dels diferents focus al primer curtcircuit

| | |
|---------------------------------|------|
| T ^a focus calent (A) | 60°C |
| T ^a focus fred 1(B) | 20°C |
| T ^a focus fred 2 (C) | 20°C |
| T ^a focus fred 3 (D) | 20°C |

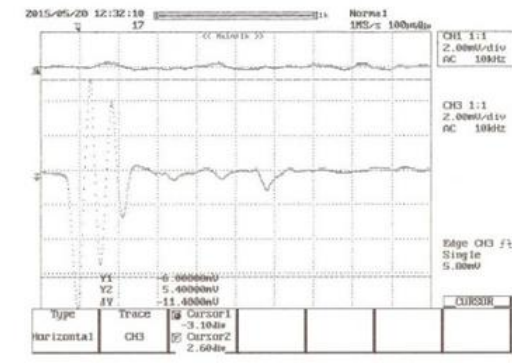


Figura E-5: Segon curtcircuit, debanat secundari. $I_{pc}=0,13A$.

Taula E-5: Temperatures dels diferents focus al segon curtcircuit

| | |
|---------------------------------|-------|
| T ^a focus calent (A) | 100°C |
| T ^a focus fred 1(B) | 20°C |
| T ^a focus fred 2 (C) | 20°C |
| T ^a focus fred 3 (D) | 20°C |

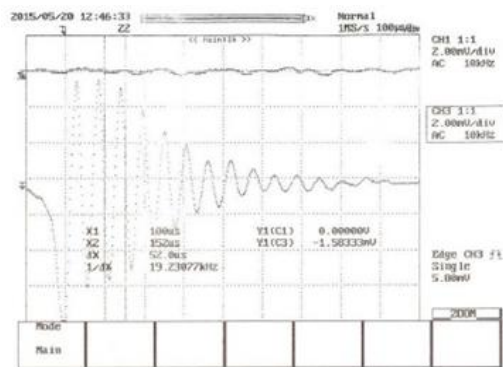


Figura E-6: Tercer curtcircuit,debanat secundari. $I_{pic}=0,15A$.

Taula E-6: Temperatures dels diferents focus al tercer curtcircuit

| | |
|---------------------------------|-------|
| T ^a focus calent (A) | 130°C |
| T ^a focus fred 1(B) | 20°C |
| T ^a focus fred 2 (C) | 20°C |
| T ^a focus fred 3 (D) | 20°C |

En el procés de la prova s'observa que al primari l'amplada d'ona és una mica menor. Això es degut a que existeix més resistència en aquest debanat que al secundari. Es continua sense observar cap resposta pel debanat que no es curtcircuita així com una quantitat de soroll força elevat.

De totes formes, sembla apreciable un increment del corrent mesurat al créixer la temperatura del focus calent. El pols esmorteït en una desena de períodes, té una freqüència pròpia d'uns 19 kHz.

F. Resistència elèctrica experimental

Primer de tot es va connectar el dispositiu a un generador de corrent. D'aquesta manera es va mesurar la tensió amb un voltímetre (Metro One hit de color verd disponible al laboratori d'electrotècnia) i la tensió amb un amperímetre analògic (amb nº inventari 220426). A la Figura F-1 a) es pot veure un esquema del dispositiu així com la nomenclatura utilitzada. D'aquesta manera i utilitzant la llei d'Ohm es calcula la resistència per a cada tram del dispositiu. A la Figura F-1 b) es mostra el sistema equivalent del dispositiu.

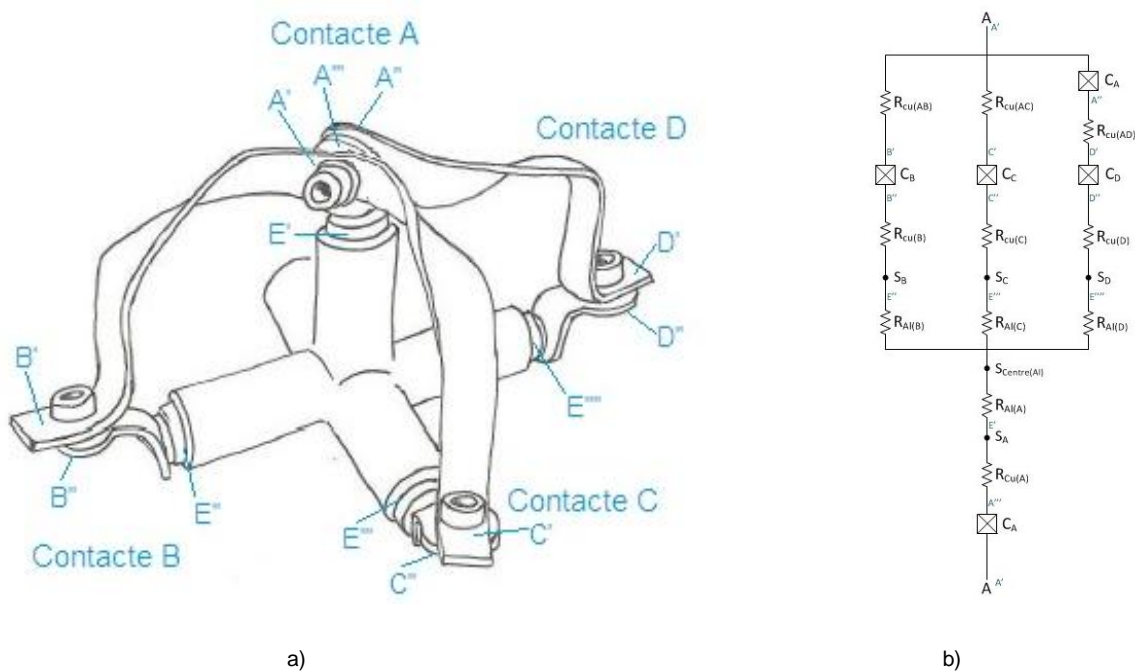


Figura F-1: a) Dispositiu i nomenclatura utilitzada. b) Sistema equivalent i nomenclatura del dispositiu

Primer de tot es va realitzar la connexió al "contacte A" quedant el sistema equivalent que es mostra a la Figura F-2 i el resultat de les proves així com la resistència calculada es mostra a la Taula F-1.

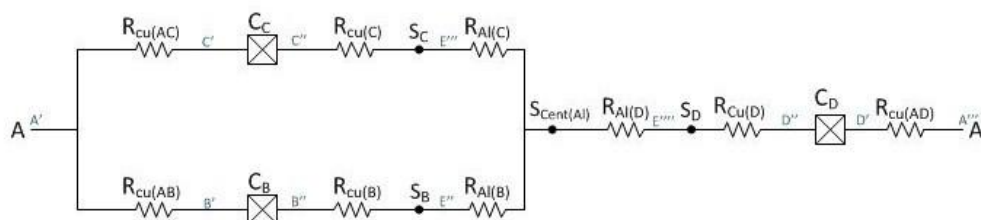
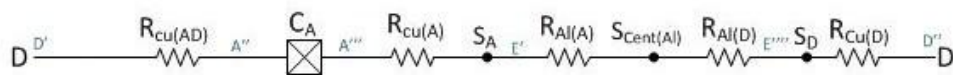


Figura F-2: Esquema elèctric equivalent del dispositiu amb connexió al "contacte A"

Taula F-1: Resistències elèctriques experimentals del dispositiu amb connexió al "contacte A"

| Contacte | Tensió (V) | Intensitat (A) | Resistència (Ω) | Resistència ($\mu\Omega$) |
|--------------|--------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|
| A'B' | 0,034 | 920 | 3,70E-05 | 36,96 |
| A'C' | 0,038 | 920 | 4,13E-05 | 41,30 |
| B'B'' | 0,001 | 920 | 1,09E-06 | 1,09 |
| C'C'' | 0,001 | 920 | 1,09E-06 | 1,09 |
| B''E'' | 0,001 | 920 | 1,09E-06 | 1,09 |
| C''E''' | 0,001 | 920 | 1,09E-06 | 1,09 |
| E''E'''' | 0,018 | 920 | 1,96E-05 | 19,57 |
| E'''E'''' | 0,014 | 920 | 1,52E-05 | 15,22 |
| E''''D'' | 0,002 | 920 | 2,17E-06 | 2,17 |
| D''D' | 0,001 | 960 | 1,04E-06 | 1,04 |
| D'A'' | 0,036 | 940 | 3,83E-05 | 38,30 |
| A'A'' | 0,075 | 940 | 7,98E-05 | 79,79 |

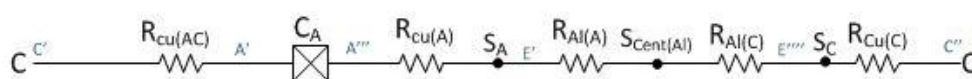
A continuació, es va realitzar la connexió al "contacte B", obtenint el sistema equivalent de la Figura F-3. Els resultats de les proves es mostren a la Taula F-2.

**Figura F-3:** Esquema elèctric equivalent del dispositiu amb connexió al "contacte D"

Taula F-2: Resistències elèctriques experimentals del dispositiu amb connexió al "contacte D"

| Contacte | Tensió (V) | Intensitat (A) | Resistència (Ω) | Resistència ($\mu\Omega$) |
|--------------|--------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|
| D'A'' | 0,031 | 940 | 3,30E-05 | 32,98 |
| A''A''' | 0,008 | 940 | 8,51E-06 | 8,51 |
| A'''E' | 0,001 | 940 | 1,06E-06 | 1,06 |
| E'E''' | 0,017 | 940 | 1,81E-05 | 18,09 |
| E'''D'' | 0,004 | 940 | 4,26E-06 | 4,26 |
| D'D'' | 0,062 | 940 | 6,60E-05 | 65,96 |

Per finalitzar, es va realitzar la connexió al "contacte C", obtenint el sistema equivalent de la Figura F-4. Els resultats de les proves es mostren a la Taula F-3.

**Figura F-4:** Esquema elèctric equivalent del dispositiu amb connexió al "contacte C"**Taula F-3:** Resistències elèctriques experimentals del dispositiu amb connexió al "contacte C"

| Contacte | Tensió (V) | Intensitat (A) | Resistència (Ω) | Resistència ($\mu\Omega$) |
|--------------|--------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|
| C'A' | 0,032 | 940 | 3,40E-05 | 34,04 |
| A'A''' | 0,007 | 940 | 7,45E-06 | 7,45 |
| A'''E' | 0,001 | 940 | 1,06E-06 | 1,06 |
| E'E''' | 0,013 | 940 | 1,38E-05 | 13,83 |
| E'''C'' | 0,003 | 940 | 3,19E-06 | 3,19 |
| C'C'' | 0,055 | 940 | 5,85E-05 | 58,51 |

Seguidament es realitza la comparació dels valors reals obtinguts amb els valors teòrics calculats a l'annex B. El resum d'aquesta comparació es troba a la Taula F-4. Per a realitzar la comparació de la part central, s'havia de fer un sistema de 4 equacions i 5 incògnites. Aquest sistema és el compost des de l'Eq. F.1 a l'Eq. F.4 i s'ha determinat que la part d'alumini dels borns tindrà una resistència de $6 \mu\Omega$, utilitzant el mateix sistema equivalent i la mateixa teoria de circuits.

$$R_{Al(B)} + S_{Centre(Al)} + R_{Al(D)} = 19,57 \mu\Omega \quad (\text{Eq. F.1})$$

$$R_{Al(C)} + S_{Centre(Al)} + R_{Al(D)} = 15,22 \mu\Omega \quad (\text{Eq. F.2})$$

$$R_{Al(A)} + S_{Centre(Al)} + R_{Al(D)} = 18,09 \mu\Omega \quad (\text{Eq. F.3})$$

$$R_{Al(A)} + S_{Centre(Al)} + R_{Al(C)} = 13,83 \mu\Omega \quad (\text{Eq. F.4})$$

Taula F-4: Taula comparativa entre el valors reals i els valors teòrics.

| Element | Valor real ($\mu\Omega$) | Valor teòric ($\mu\Omega$) | Error relatiu (%) | Element | Valor real ($\mu\Omega$) | Valor teòric ($\mu\Omega$) | Error relatiu (%) |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------|
| $R_{Cu(AB)}$ | 36,96 | 36,13 | 2,26 | $R_{Cu(AC)}$ | 37,67 | 36,13 | 4,1 |
| C_A | 7,98 | 1,36 | 83,02 | $R_{Cu(AD)}$ | 35,64 | 37,61 | 5,54 |
| C_B | 1,09 | 1,00 | 8,26 | C_C | 1,09 | 1,00 | 8,26 |
| C_D | 1,04 | 1,00 | 3,85 | $R_{Cu(B)}+S_B$ | 1,09 | 0,45 | 58,35 |
| $R_{Cu(C)}+S_C$ | 2,14 | 0,45 | 78,79 | $R_{Cu(D)}+S_D$ | 3,21 | 0,45 | 85,86 |
| $R_{Al(B)}$ | 4,89 | 3,25 | 33,56 | $R_{Al(C)}$ | 0,54 | 3,25 | 501,67 |
| $R_{Al(D)}$ | 4,80 | 3,25 | 32,31 | $S_{Centre(Al)}$ | 9,88 | 1,00 | 89,88 |
| $R_{Al(A)}$ | 3,41 | 4,40 | 29,09 | $S_C+R_{Cu(A)}$ | 1,06 | 0,62 | 41,89 |
| $R_{branca(B)}$ | 44,03 | 40,83 | 7,27 | $R_{branca(C)}$ | 41,44 | 40,83 | 1,48 |
| $R_{branca(D)}$ | 52,67 | 43,67 | 17,09 | $R_{branca(A)}$ | 12,45 | 6,37 | 48,81 |
| R_{eq} | 37,52 | 21,28 | 43,28 | - | - | - | - |

G. Proves per mesurar les friccions mecàniques

Les proves per a modelar les pèrdues del motor degut a les friccions mecàniques en buit consistien en connectar un carregador de bateries a 6 V i 12V i mesurar la velocitat de rotació i la intensitat que hi circulava en els dos sentits de gir. Per prendre les mesures es va utilitzar un tacòmetre o PTIC de tipus Tachometer 233E de Novat S.A., el voltímetre Metro One hit disponible al laboratori d'electrotècnia i l'amperímetre analògic Supertester amb nº 7321863 per a mesurar la intensitat. A la Figura G-1 es mostra un imatge de les connexions per a la realització de la prova.



Figura G-1: Connexions i imatge de la prova per a modelar les pèrdues del motor degut a les friccions mecàniques

A la Taula G-1 es mostren les mesures realitzades per a cada sentit de gir. A l'Eq. G-1 s'observa la fórmula per a calcular la constant de velocitat del motor elèctric d'ímants permanents i a l'Eq. G-2 i a l'Eq. G-3 el valor d'aquesta constant en cada sentit de gir. A la Figura G-2 es mostra la gràfica de tensió i velocitat..

Taula G-1: Mesures realitzades per a cada sentit de gir.

| Dextrogir | | | Levogir | | |
|-----------|---------|----------------|---------|---------|----------------|
| $V [V]$ | $I [A]$ | $\omega [rpm]$ | $V [V]$ | $I [A]$ | $\omega [rpm]$ |
| 4,99 | 1,60 | 1082 | 4,95 | 1,55 | 1023 |
| 6,10 | 1,65 | 1385 | 5,95 | 1,52 | 1350 |
| 10,10 | 1,82 | 2400 | 6,00 | 1,60 | 1360 |
| 11,90 | 1,85 | 2900 | 9,95 | 1,80 | 2370 |
| 12,00 | 1,86 | 2930 | 11,80 | 1,85 | 2860 |

$$E_B = K_e \cdot \omega + c t \quad (\text{Eq. G.1})$$

$$K_{e(\text{dextrogir})} = 0,03644 \text{ V} \cdot \text{s} / \text{rad} \quad (\text{Eq. G.2})$$

$$K_{e(\text{levogir})} = 0,03628 \text{ V} \cdot \text{s} / \text{rad} \quad (\text{Eq. G.3})$$

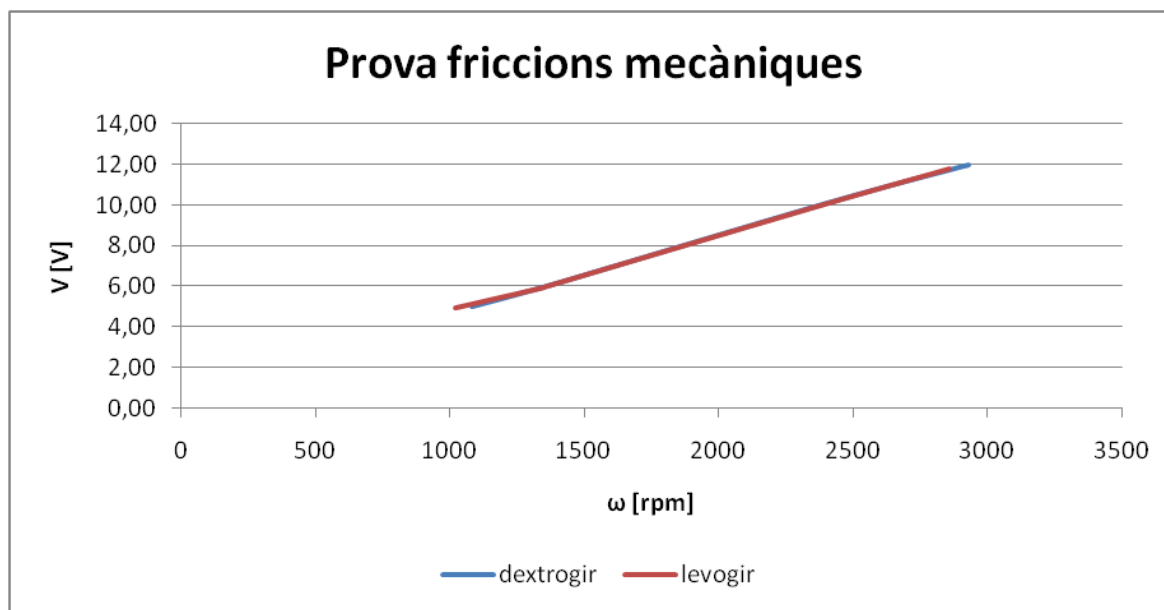


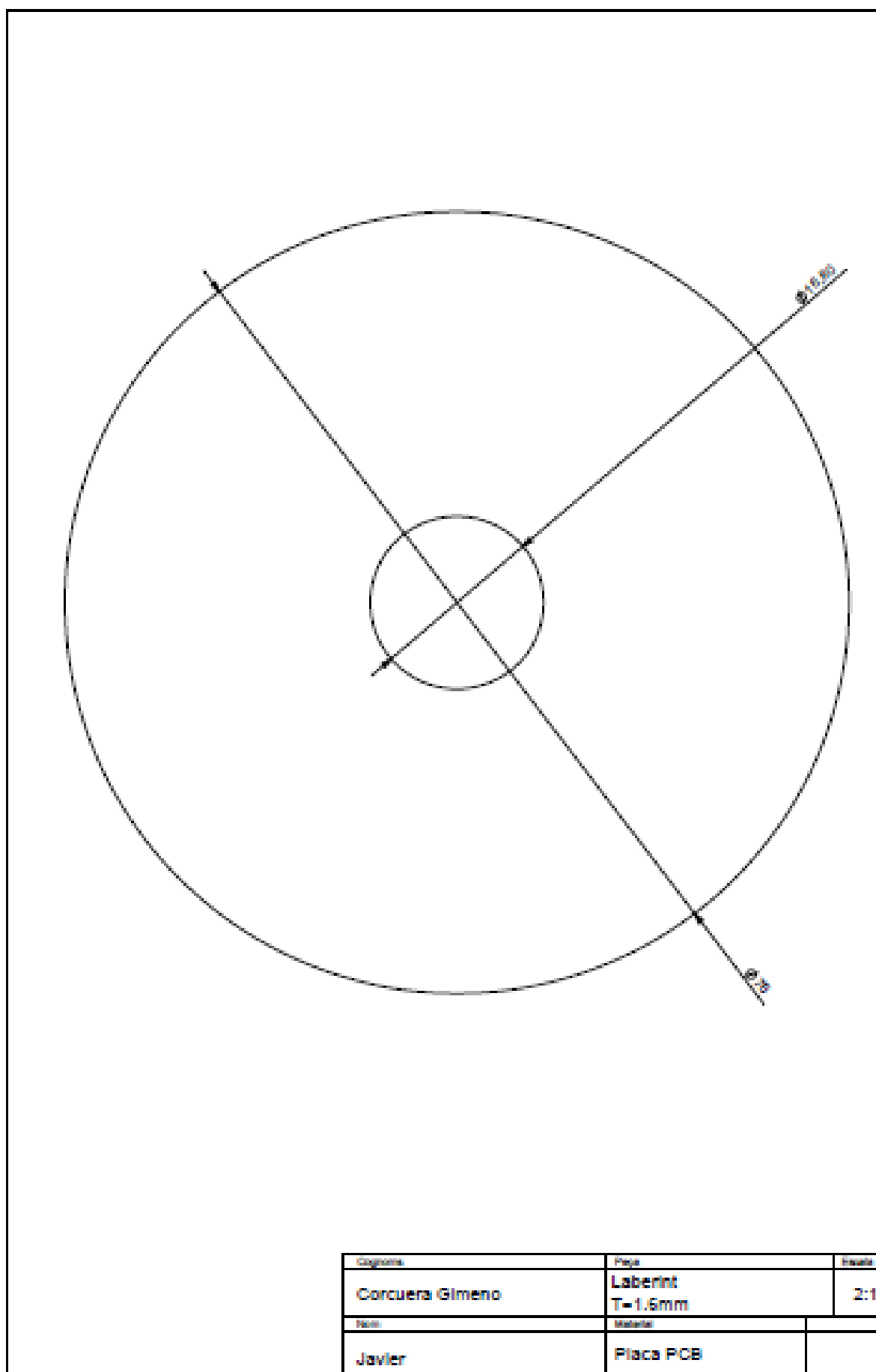
Figura G-2: Gràfica per a modelar les constants del motor.

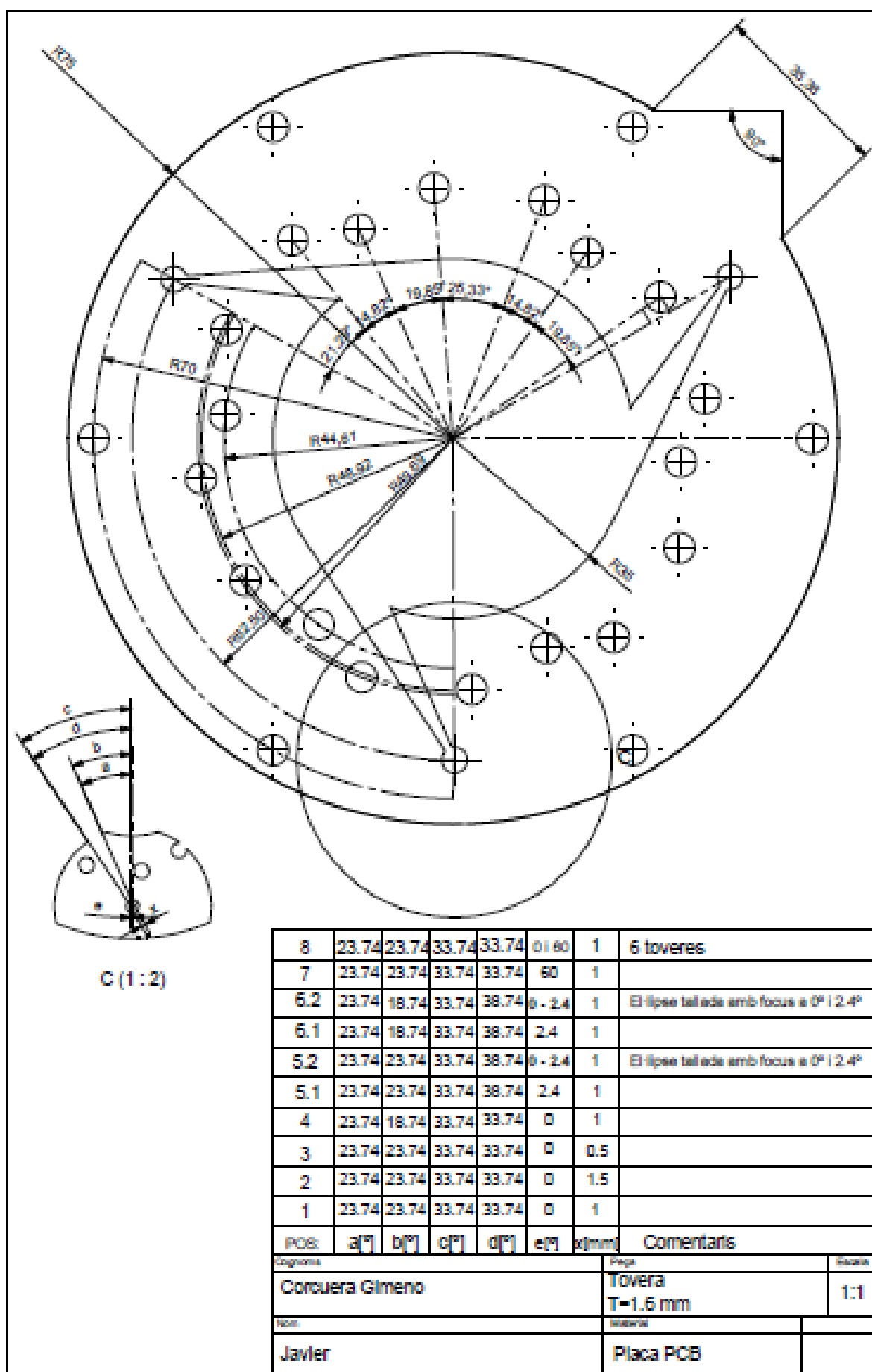
H. Plànols de les diferents parts del dispositiu

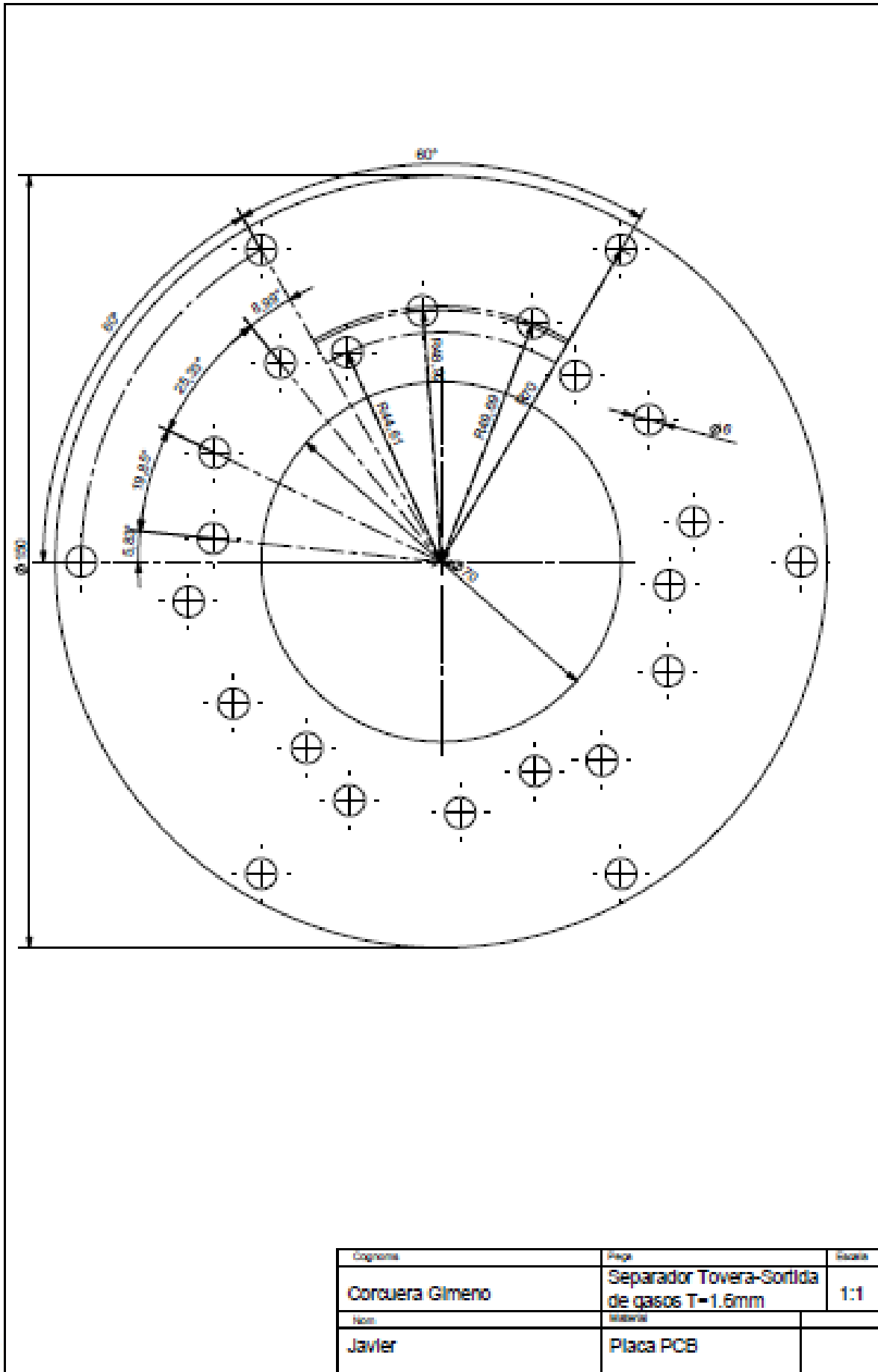
A la Taula H-1 es mostren les pàgines de l'annex on es poden trobar plànols de les diferents parts de les que consta el dispositiu final.

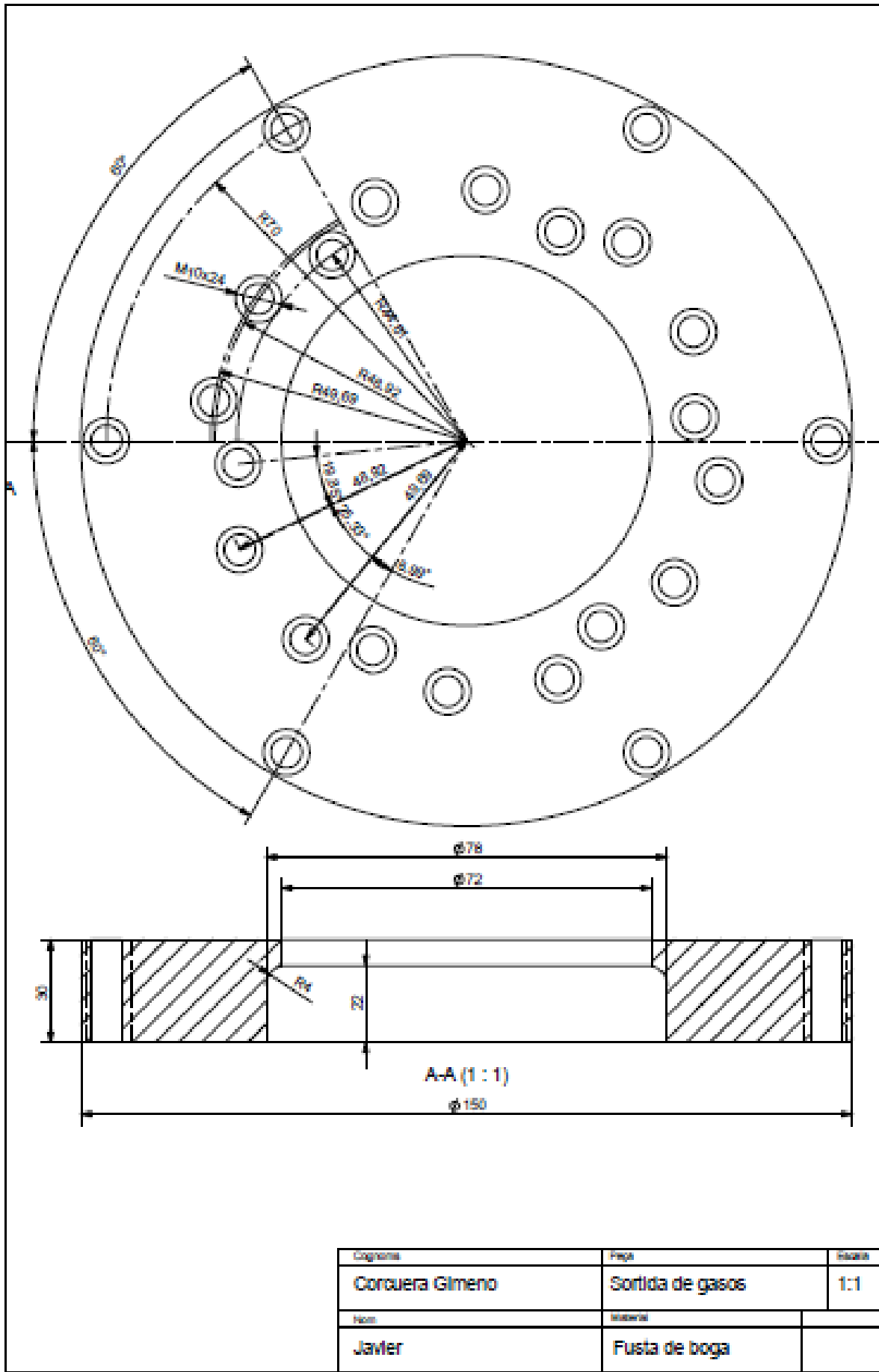
Taula H-1: Índex de les diferents parts de les que consta el dispositiu.

| Part del dispositiu | Pàgina |
|-----------------------------------|--------|
| Cargola d'aportació de gasos | 28 |
| Laberint | 29 |
| Separador cargola-tovera | 30 |
| Tovera | 31 |
| Separador tovera-sortida de gasos | 32 |
| Sortida de gasos | 33 |









I. Presa de dades al taller mecànic (I)

A la Taula I-1 es mostra la pàgina on es troben les mesures de les proves en funció del separador cargola-tovera i les toveres. Posant un separador i dues toveres respectivament

Taula I-1: Índex de les proves realitzades en funció del separador i la tovera.

| Separador cargola-tovera | Tovera | Pagina |
|--------------------------|--------|--------|
| 1 | 1 | 36 |
| 1 | 2 | 37 |
| 1 | 4 | 38 |
| 3 | 5.1 | 39 |
| 3 | 5.2 | 40 |
| 3 | 6.1 | 41 |
| 3 | 6.2 | 42 |
| 1 | 7 | 43 |
| 1 | 8 | 44 |
| 2 | 1 | 45 |
| 2 | 2 | 46 |
| 2 | 4 | 47 |
| 2 | 5.1 | 48 |
| 2 | 5.2 | 49 |
| 2 | 6.1 | 50 |
| 2 | 6.2 | 51 |
| 2 | 7 | 52 |
| 2 | 8 | 53 |

Entrada gasos: 1
Tovera: 1

Data: 10/11/2015

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 2,32 | 1,60 | 1,70 | 0,029 |
| 5,80 | 1,70 | 1,80 | 0,032 |
| 7,90 | 1,85 | 1,90 | 0,033 |
| 12,60 | 2,00 | 2,10 | 0,035 |
| 15,60 | 2,20 | 2,30 | 0,038 |
| 18,70 | 2,40 | 2,50 | 0,039 |
| 20,50 | 2,50 | 2,60 | 0,042 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,42 | 1,60 | 1,70 | 0,030 |
| 0,66 | 1,80 | 1,90 | 0,033 |
| 0,77 | 2,00 | 2,10 | 0,036 |
| 1,01 | 2,20 | 2,30 | 0,037 |
| 1,32 | 2,40 | 2,50 | 0,039 |
| 1,44 | 2,50 | 2,60 | 0,041 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 1,31 | 1,60 | 1,70 | 0,20 | 0,030 |
| 3,15 | 1,80 | 1,90 | 0,50 | 0,033 |
| 5,60 | 2,00 | 2,10 | 0,90 | 0,035 |
| 8,00 | 2,20 | 2,30 | 1,05 | 0,037 |
| 10,70 | 2,40 | 2,50 | 1,25 | 0,039 |
| 11,50 | 2,50 | 2,60 | 1,30 | 0,041 |
| 16,70 | 2,80 | 2,90 | 1,80 | 0,044 |
| 18,50 | 3,00 | 3,10 | 1,90 | 0,050 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,05 |
| 12 | 1,45 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,00 |
| 12 | 1,50 |

Comentaris: 1,5 bar no arrenca
1,6 bar arrenca

Entrada gasos: 1
Tovera: 2

Data: 11/11/2015

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 4,40 | 1,10 | 1,15 | 0,037 |
| 9,70 | 1,30 | 1,30 | 0,039 |
| 11,50 | 1,40 | 1,45 | 0,042 |
| 12,70 | 1,50 | 1,50 | 0,043 |
| 13,40 | 1,60 | 1,60 | 0,044 |
| 17,00 | 1,70 | 1,70 | 0,046 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,60 | 1,35 | 1,35 | 0,041 |
| 0,85 | 1,50 | 1,50 | 0,043 |
| 1,10 | 1,60 | 1,60 | 0,045 |
| 1,60 | 2,00 | 2,00 | 0,048 |
| 2,50 | 2,40 | 2,40 | 0,052 |
| 3,10 | 2,80 | 2,70 | 0,056 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| | | x3 | | 10s |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 2,50 | 1,20 | 1,20 | 0,40 | 0,038 |
| 6,70 | 1,50 | 1,50 | 0,90 | 0,043 |
| 11,70 | 1,80 | 1,80 | 1,60 | 0,047 |
| 14,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 0,048 |
| 17,10 | 2,20 | 2,10 | 2,30 | 0,049 |
| 21,00 | 2,40 | 2,40 | 2,70 | 0,053 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrógir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,05 |
| 12 | 1,50 |

levógir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,20 |
| 12 | 1,50 |

Comentaris: 1,1 bar no arrenca
1,2 bar arrenca

Entrada gasos: 1
Tovera: 4

Data: 13/11/2015

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 3,70 | 1,60 | 1,70 | 0,034 |
| 8,10 | 1,80 | 1,85 | 0,035 |
| 14,30 | 2,00 | 2,10 | 0,036 |
| 16,30 | 2,20 | 2,20 | 0,038 |
| 18,70 | 2,40 | 2,40 | 0,041 |
| 20,50 | 2,50 | 2,50 | 0,042 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,30 | 1,60 | 1,65 | 0,033 |
| 0,80 | 1,90 | 2,00 | 0,035 |
| 0,95 | 2,00 | 2,05 | 0,037 |
| 1,10 | 2,20 | 2,30 | 0,038 |
| 1,50 | 2,40 | 2,50 | 0,046 |
| 1,70 | 2,60 | 2,70 | 0,050 |
| 1,85 | 2,80 | 2,90 | 0,052 |
| 2,01 | 3,00 | 3,00 | 0,054 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 0,80 | 1,60 | 1,60 | 0,90 | 0,031 |
| 3,90 | 1,80 | 1,90 | 1,60 | 0,034 |
| 7,70 | 2,10 | 2,20 | 2,00 | 0,036 |
| 8,70 | 2,20 | 2,20 | 2,20 | 0,040 |
| 13,00 | 2,40 | 2,50 | 2,80 | 0,042 |
| 14,30 | 2,60 | 2,70 | 3,00 | 0,043 |
| 16,30 | 2,80 | 2,80 | 3,20 | 0,045 |
| 17,80 | 3,00 | 3,00 | 3,30 | 0,047 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,00 |
| 12 | 1,45 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,25 |
| 12 | 1,50 |

Comentaris: 1,6 bar no arrenca
1,7 bar arrenca

Entrada gasos: 3
Tovera: 5,1

Data: 16/11/2015

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 3,20 | 1,60 | 1,70 | 0,035 |
| 4,90 | 1,80 | 1,80 | 0,039 |
| 8,30 | 1,90 | 1,90 | 0,040 |
| 11,20 | 2,00 | 2,05 | 0,041 |
| 12,10 | 2,10 | 2,10 | 0,045 |
| 13,70 | 2,20 | 2,20 | 0,046 |
| 14,90 | 2,40 | 2,40 | 0,048 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,30 | 1,60 | 1,65 | 0,034 |
| 0,52 | 1,80 | 1,80 | 0,036 |
| 0,95 | 2,10 | 2,10 | 0,042 |
| 1,05 | 2,20 | 2,20 | 0,043 |
| 1,18 | 2,30 | 2,30 | 0,047 |
| 1,30 | 2,40 | 2,40 | 0,049 |
| 1,70 | 2,80 | 2,70 | 0,051 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| | | x3 | | 10s |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 0,90 | 1,60 | 1,55 | 0,50 | 0,036 |
| 3,00 | 1,80 | 1,85 | 0,80 | 0,037 |
| 4,30 | 1,90 | 1,90 | 1,10 | 0,038 |
| 6,30 | 2,10 | 2,10 | 1,50 | 0,042 |
| 9,30 | 2,30 | 2,30 | 2,00 | 0,043 |
| 10,80 | 2,40 | 2,40 | 2,10 | 0,045 |
| 13,00 | 2,60 | 2,60 | 2,20 | 0,047 |
| 14,80 | 2,70 | 2,70 | 2,50 | 0,050 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,30 |
| 12 | 1,60 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,25 |
| 12 | 1,65 |

Comentaris: 1,5 bar no arrenca
1,6 bar arrenca

Entrada gasos: 3
 Tovera: 5,2

Data: 17/11/2015

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 2,30 | 1,50 | 1,50 | 0,035 |
| 4,80 | 1,70 | 1,70 | 0,037 |
| 6,70 | 1,80 | 1,85 | 0,039 |
| 7,60 | 1,90 | 1,95 | 0,040 |
| 10,30 | 2,00 | 2,05 | 0,042 |
| 13,70 | 2,20 | 2,20 | 0,043 |
| 15,00 | 2,40 | 2,45 | 0,044 |
| 17,40 | 2,50 | 2,55 | 0,046 |
| 18,50 | 2,60 | 2,65 | 0,048 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,27 | 1,50 | 1,50 | 0,035 |
| 0,50 | 1,80 | 1,90 | 0,037 |
| 0,72 | 2,00 | 2,05 | 0,038 |
| 0,82 | 2,10 | 2,10 | 0,039 |
| 0,95 | 2,20 | 2,20 | 0,040 |
| 1,02 | 2,40 | 2,40 | 0,045 |
| 1,45 | 2,70 | 2,75 | 0,047 |
| 1,58 | 2,80 | 2,80 | 0,050 |
| 1,80 | 3,00 | 3,10 | 0,052 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 1,93 | 1,50 | 1,50 | 0,30 | 0,034 |
| 2,50 | 1,70 | 1,80 | 0,50 | 0,036 |
| 3,00 | 1,80 | 1,90 | 0,70 | 0,037 |
| 4,60 | 2,00 | 2,10 | 0,90 | 0,039 |
| 6,60 | 2,20 | 2,20 | 1,30 | 0,040 |
| 8,30 | 2,40 | 2,40 | 1,50 | 0,042 |
| 10,50 | 2,50 | 2,50 | 1,80 | 0,043 |
| 13,20 | 2,70 | 2,70 | 2,20 | 0,046 |
| 16,10 | 3,00 | 3,00 | 2,40 | 0,049 |
| 17,80 | 3,20 | 3,20 | 2,50 | 0,051 |
| 18,90 | 3,40 | 3,40 | 2,65 | 0,054 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,05 |
| 12 | 1,50 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,15 |
| 12 | 1,55 |

Comentaris: 1,4 bar no arrenca
 1,5 bar arrenca

Entrada gasos: 3
Tovera: 6,1

Data: 18/11/2015

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 2,60 | 1,50 | 1,50 | 0,034 |
| 6,90 | 1,70 | 1,70 | 0,038 |
| 11,00 | 1,90 | 1,90 | 0,038 |
| 13,40 | 2,00 | 2,10 | 0,042 |
| 15,80 | 2,20 | 2,20 | 0,042 |
| 18,70 | 2,40 | 2,40 | 0,044 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,36 | 1,55 | 1,60 | 0,034 |
| 0,59 | 1,70 | 1,80 | 0,037 |
| 0,77 | 1,90 | 1,95 | 0,038 |
| 0,92 | 2,00 | 2,00 | 0,039 |
| 1,10 | 2,10 | 2,10 | 0,041 |
| 1,40 | 2,40 | 2,40 | 0,042 |
| 1,73 | 2,60 | 2,60 | 0,044 |
| 1,95 | 2,80 | 2,80 | 0,046 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| | | x3 | | 10s |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 1,10 | 1,50 | 1,50 | 0,10 | 0,034 |
| 2,30 | 1,80 | 1,80 | 0,45 | 0,037 |
| 5,20 | 2,00 | 2,05 | 1,20 | 0,041 |
| 7,50 | 2,10 | 2,20 | 1,50 | 0,042 |
| 11,10 | 2,40 | 2,40 | 1,80 | 0,043 |
| 13,30 | 2,50 | 2,50 | 2,00 | 0,045 |
| 16,50 | 2,80 | 2,80 | 2,50 | 0,047 |
| 18,80 | 3,00 | 3,00 | 2,70 | 0,048 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,15 |
| 12 | 1,50 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,20 |
| 12 | 1,50 |

Comentaris: 1,4 bar no arrenca
1,5 bar arrenca

Entrada gasos: 3
 Tovera: 6,2

Data: 19/11/2015

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 4,50 | 1,60 | 1,70 | 0,028 |
| 5,80 | 1,80 | 1,80 | 0,031 |
| 9,80 | 2,00 | 2,00 | 0,033 |
| 12,20 | 2,20 | 2,20 | 0,034 |
| 14,70 | 2,40 | 2,30 | 0,036 |
| 13,20 | 2,50 | 2,50 | 0,036 |
| 17,80 | 2,80 | 2,80 | 0,040 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,41 | 1,60 | 1,60 | 0,028 |
| 0,59 | 1,80 | 1,80 | 0,032 |
| 0,70 | 2,00 | 2,10 | 0,034 |
| 0,92 | 2,20 | 2,20 | 0,035 |
| 1,00 | 2,50 | 2,50 | 0,037 |
| 1,22 | 2,60 | 2,60 | 0,038 |
| 1,30 | 2,70 | 2,70 | 0,040 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 1,70 | 1,60 | 1,60 | 0,15 | 0,030 |
| 3,20 | 1,80 | 1,80 | 0,60 | 0,032 |
| 4,20 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 0,034 |
| 5,70 | 2,20 | 2,20 | 1,10 | 0,035 |
| 7,50 | 2,40 | 2,40 | 1,30 | 0,038 |
| 8,80 | 2,60 | 2,60 | 1,50 | 0,040 |
| 13,20 | 3,00 | 3,00 | 2,00 | 0,042 |
| 17,80 | 3,40 | 3,40 | 2,60 | 0,045 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,10 |
| 12 | 1,55 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,25 |
| 12 | 1,50 |

Comentaris: 1,5 bar no arrenca
 1,6 bar arrenca

Entrada gasos: 1
Tovera: 7

Data: 19/11/2015

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 1,50 | 1,60 | 1,60 | 0,035 |
| 6,00 | 1,80 | 1,85 | 0,038 |
| 9,50 | 1,90 | 1,90 | 0,039 |
| 12,10 | 2,00 | 2,00 | 0,041 |
| 13,90 | 2,20 | 2,15 | 0,042 |
| 15,60 | 2,40 | 2,40 | 0,044 |
| 18,10 | 2,70 | 2,70 | 0,046 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,37 | 1,60 | 1,60 | 0,038 |
| 0,75 | 1,80 | 1,85 | 0,039 |
| 0,85 | 2,00 | 2,00 | 0,041 |
| 0,96 | 2,20 | 2,20 | 0,042 |
| 1,01 | 2,40 | 2,40 | 0,044 |
| 1,17 | 2,60 | 2,60 | 0,046 |
| 1,50 | 2,90 | 2,90 | 0,048 |
| 1,65 | 3,00 | 3,00 | 0,049 |
| 1,80 | 3,10 | 3,10 | 0,050 |
| 2,00 | 3,20 | 3,20 | 0,052 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| x3 10s | | | | |
|--------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 1,50 | 1,60 | 1,60 | 0,40 | 0,037 |
| 2,70 | 1,80 | 1,80 | 0,55 | 0,039 |
| 4,90 | 2,00 | 2,00 | 1,00 | 0,041 |
| 6,70 | 2,20 | 2,20 | 1,35 | 0,042 |
| 8,00 | 2,40 | 2,40 | 1,50 | 0,044 |
| 10,40 | 2,60 | 2,60 | 1,70 | 0,046 |
| 13,10 | 2,80 | 2,80 | 2,15 | 0,049 |
| 15,70 | 3,00 | 3,00 | 2,40 | 0,051 |
| 17,80 | 3,20 | 3,20 | 2,60 | 0,052 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,20 |
| 12 | 1,60 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,25 |
| 12 | 1,60 |

Comentaris: 1,5 bar no arrenca
1,6 bar arrenca

Entrada gasos: 1
Tovera: 8

Data: 23/11/2015

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 2,43 | 1,30 | 1,00 | 0,047 |
| 4,30 | 1,50 | 1,20 | 0,049 |
| 7,60 | 1,60 | 1,30 | 0,052 |
| 10,50 | 1,80 | 1,50 | 0,054 |
| 12,90 | 1,90 | 1,60 | 0,055 |
| 14,50 | 2,00 | 1,65 | 0,056 |
| 20,20 | 2,20 | 1,80 | 0,059 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,22 | 1,30 | 1,00 | 0,047 |
| 0,47 | 1,50 | 1,20 | 0,052 |
| 0,64 | 1,70 | 1,30 | 0,053 |
| 0,97 | 1,90 | 1,60 | 0,055 |
| 1,37 | 2,10 | 1,80 | 0,057 |
| 1,52 | 2,30 | 1,90 | 0,060 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 1,11 | 1,30 | 1,00 | 0,20 | 0,047 |
| 2,21 | 1,50 | 1,25 | 0,45 | 0,049 |
| 4,33 | 1,80 | 1,45 | 0,95 | 0,053 |
| 10,80 | 2,10 | 1,75 | 1,85 | 0,057 |
| 12,40 | 2,20 | 1,80 | 2,00 | 0,059 |
| 17,80 | 2,60 | 2,10 | 2,60 | 0,063 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,10 |
| 12 | 1,55 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,10 |
| 12 | 1,55 |

Comentaris: 1,2 bar no arrenca
1,3 bar arrenca

Entrada gasos: 2
Tovera: 1

Data: 26/11/2015

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 2,2 | 1,6 | 1,6 | 0,027 |
| 5,8 | 1,8 | 1,8 | 0,028 |
| 6,92 | 1,9 | 1,9 | 0,029 |
| 8,5 | 2 | 2 | 0,03 |
| 13,7 | 2,2 | 2,2 | 0,032 |
| 15,5 | 2,3 | 2,35 | 0,033 |
| 19,1 | 2,5 | 2,5 | 0,035 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,25 | 1,6 | 1,6 | 0,026 |
| 0,36 | 1,8 | 1,8 | 0,028 |
| 0,51 | 1,9 | 1,9 | 0,03 |
| 0,82 | 2,2 | 2,22 | 0,032 |
| 1,1 | 2,4 | 2,4 | 0,034 |
| 1,47 | 2,8 | 2,8 | 0,039 |
| 1,65 | 3 | 3 | 0,041 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| | | x3 | | 10s |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 0,62 | 1,6 | 1,65 | 0,05 | 0,027 |
| 2,49 | 1,9 | 1,9 | 0,5 | 0,03 |
| 4,64 | 2,1 | 2,1 | 0,9 | 0,031 |
| 5,3 | 2,2 | 2,2 | 1 | 0,033 |
| 11,8 | 2,6 | 2,6 | 1,95 | 0,037 |
| 12,6 | 2,7 | 2,7 | 2 | 0,038 |
| 13,5 | 2,8 | 2,8 | 2,25 | 0,039 |
| 14,9 | 2,9 | 2,9 | 2,35 | 0,04 |
| 16,5 | 3 | 3 | 2,4 | 0,041 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogrir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,15 |
| 12 | 1,5 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,1 |
| 12 | 1,5 |

Comentaris: 1,5 bar no arrenca
1,6 bar arrenca

Entrada gasos: 2
 Tovera: 2

Data: 27/11/20015

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 2,4 | 1,1 | 1,1 | 0,037 |
| 3,3 | 1,2 | 1,2 | 0,039 |
| 7 | 1,4 | 1,4 | 0,042 |
| 11,8 | 1,5 | 1,45 | 0,043 |
| 15,8 | 1,7 | 1,7 | 0,045 |
| 17,4 | 1,8 | 1,8 | 0,047 |
| 18,9 | 2 | 1,95 | 0,049 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,28 | 1,2 | 1,2 | 0,039 |
| 0,56 | 1,4 | 1,35 | 0,041 |
| 0,88 | 1,6 | 1,6 | 0,043 |
| 1 | 1,7 | 1,7 | 0,045 |
| 1,2 | 1,9 | 1,9 | 0,047 |
| 1,3 | 2 | 2 | 0,048 |
| 1,9 | 2,3 | 2,2 | 0,05 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 1,12 | 1,2 | 1,15 | 0,1 | 0,037 |
| 3,02 | 1,4 | 1,3 | 0,35 | 0,039 |
| 4,6 | 1,5 | 1,45 | 0,55 | 0,041 |
| 8,8 | 1,8 | 1,75 | 1,1 | 0,044 |
| 10,1 | 1,9 | 1,85 | 1,2 | 0,045 |
| 12 | 2 | 2 | 1,45 | 0,046 |
| 14,3 | 2,1 | 2,1 | 1,55 | 0,048 |
| 17,6 | 2,3 | 2,3 | 1,9 | 0,049 |
| 19,5 | 2,4 | 2,35 | 2 | 0,051 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,1 |
| 12 | 1,5 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,1 |
| 12 | 1,55 |

Comentaris: 1,1 bar no arrenca
 1,2 bar arrenca

Entrada gasos: 2
Tovera: 4

Data: 04/12/2015

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 2,35 | 1,7 | 1,7 | 0,035 |
| 6,9 | 1,9 | 1,9 | 0,037 |
| 10,8 | 2 | 2,05 | 0,038 |
| 13,8 | 2,2 | 2,2 | 0,039 |
| 18,5 | 2,4 | 2,45 | 0,041 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,3 | 1,7 | 1,75 | 0,033 |
| 0,58 | 1,9 | 1,95 | 0,036 |
| 0,8 | 2,1 | 2,1 | 0,037 |
| 0,97 | 2,2 | 2,2 | 0,038 |
| 1,2 | 2,35 | 2,4 | 0,04 |
| 1,35 | 2,5 | 2,5 | 0,044 |
| 1,61 | 2,7 | 2,75 | 0,048 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| x3 10s | | | | |
|--------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 1,1 | 1,7 | 1,75 | 0,85 | 0,034 |
| 3,7 | 1,9 | 1,95 | 1,45 | 0,036 |
| 5,2 | 2 | 2,05 | 1,7 | 0,037 |
| 6,4 | 2,1 | 2,15 | 1,95 | 0,038 |
| 9,05 | 2,3 | 2,35 | 2,25 | 0,04 |
| 11,8 | 2,5 | 2,55 | 2,65 | 0,044 |
| 14,2 | 2,7 | 2,75 | 3 | 0,047 |
| 16,5 | 2,9 | 2,9 | 3,15 | 0,049 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,1 |
| 12 | 1,5 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,1 |
| 12 | 1,6 |

Comentaris: 1,6 bar no arrenca
1,7 bar arrenca

Entrada gasos: 2
 Tovera: 5,1

Data: 14/12/2015

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 1,74 | 1,5 | 1,6 | 0,033 |
| 2,99 | 1,6 | 1,7 | 0,034 |
| 8,85 | 1,8 | 1,9 | 0,035 |
| 11,3 | 2,1 | 2,2 | 0,037 |
| 13,7 | 2,3 | 2,4 | 0,039 |
| 16,8 | 2,6 | 2,6 | 0,041 |
| 18,7 | 2,7 | 2,8 | 0,042 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,3 | 1,5 | 1,6 | 0,031 |
| 0,45 | 1,7 | 1,7 | 0,033 |
| 0,85 | 2 | 2,1 | 0,037 |
| 1 | 2,2 | 2,3 | 0,04 |
| 1,22 | 2,4 | 2,5 | 0,042 |
| 1,34 | 2,5 | 2,5 | 0,043 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 0,98 | 1,5 | 1,6 | 0,1 | 0,034 |
| 2 | 1,7 | 1,75 | 0,2 | 0,035 |
| 3,29 | 1,8 | 1,9 | 0,4 | 0,036 |
| 5,25 | 2 | 2,1 | 0,6 | 0,037 |
| 5,75 | 2,1 | 2,2 | 0,75 | 0,036 |
| 8,6 | 2,3 | 2,4 | 1,1 | 0,038 |
| 10,3 | 2,4 | 2,5 | 1,25 | 0,04 |
| 13,2 | 2,7 | 2,8 | 1,5 | 0,042 |
| 16,1 | 2,9 | 2,9 | 1,7 | 0,043 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,15 |
| 12 | 1,55 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,1 |
| 12 | 1,6 |

Comentaris: 1,5 bar no arrenca
 1,6 bar arrenca

Entrada gasos: 2
Tovera: 5,2

Data: 15/12/2015

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 2,3 | 1,5 | 1,6 | 0,032 |
| 3,8 | 1,7 | 1,7 | 0,034 |
| 6,6 | 1,9 | 2 | 0,036 |
| 10,1 | 2,1 | 2,2 | 0,038 |
| 14,4 | 2,3 | 2,35 | 0,04 |
| 17,3 | 2,4 | 2,5 | 0,041 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,3 | 1,5 | 1,6 | 0,032 |
| 0,49 | 1,8 | 1,9 | 0,034 |
| 0,67 | 2 | 2,1 | 0,036 |
| 0,97 | 2,2 | 2,3 | 0,037 |
| 1,15 | 2,4 | 2,5 | 0,04 |
| 1,4 | 2,7 | 2,8 | 0,042 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| | | x3 | | 10s |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 1,1 | 1,5 | 1,6 | 0,1 | 0,031 |
| 2,45 | 1,8 | 1,9 | 0,25 | 0,034 |
| 5,14 | 2 | 2,1 | 0,6 | 0,035 |
| 6,52 | 2,2 | 2,3 | 0,85 | 0,037 |
| 8,1 | 2,3 | 2,4 | 1,1 | 0,038 |
| 9,5 | 2,4 | 2,5 | 1,2 | 0,039 |
| 11,4 | 2,5 | 2,6 | 1,35 | 0,041 |
| 13,9 | 2,6 | 2,7 | 1,5 | 0,044 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,05 |
| 12 | 1,55 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,1 |
| 12 | 1,6 |

Comentaris: 1,4 bar no arrenca
1,5 bar arrenca

Entrada gasos: 2
Tovera: 6,1

Data: 16/12/2015

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 2,35 | 1,5 | 1,55 | 0,031 |
| 5,69 | 1,7 | 1,75 | 0,033 |
| 10,35 | 1,9 | 1,95 | 0,035 |
| 13,4 | 2,1 | 2,15 | 0,037 |
| 17,6 | 2,3 | 2,35 | 0,04 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,24 | 1,5 | 1,55 | 0,03 |
| 0,41 | 1,7 | 1,75 | 0,033 |
| 0,61 | 1,9 | 1,95 | 0,035 |
| 0,78 | 2,1 | 2,15 | 0,036 |
| 1,01 | 2,3 | 2,35 | 0,039 |
| 1,38 | 2,6 | 2,65 | 0,042 |
| 1,67 | 2,9 | 2,95 | 0,045 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 1,05 | 1,5 | 1,55 | 0,1 | 0,031 |
| 1,48 | 1,6 | 1,65 | 0,6 | 0,032 |
| 2,83 | 1,8 | 1,85 | 0,6 | 0,034 |
| 5,4 | 2 | 2,05 | 1,1 | 0,036 |
| 8,2 | 2,2 | 2,25 | 1,55 | 0,038 |
| 10,1 | 2,4 | 2,45 | 1,75 | 0,04 |
| 11,6 | 2,5 | 2,55 | 2 | 0,041 |
| 13,15 | 2,7 | 2,75 | 2,15 | 0,043 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,1 |
| 12 | 1,55 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,1 |
| 12 | 1,6 |

Comentaris: 1,4 bar no arrenca
1,5 bar arrenca

Entrada gasos: 2
Tovera: 6,2

Data: 17/12/2015

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 2,8 | 1,5 | 1,6 | 0,03 |
| 4,6 | 1,6 | 1,7 | 0,031 |
| 5,8 | 1,7 | 1,8 | 0,032 |
| 7,2 | 1,8 | 1,9 | 0,033 |
| 10,8 | 2 | 2,1 | 0,035 |
| 12,2 | 2,1 | 2,2 | 0,036 |
| 13,8 | 2,2 | 2,3 | 0,037 |
| 15,1 | 2,4 | 2,5 | 0,039 |
| 17,6 | 2,6 | 2,7 | 0,041 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,3 | 1,5 | 1,6 | 0,03 |
| 0,44 | 1,7 | 1,8 | 0,032 |
| 0,53 | 1,8 | 1,9 | 0,033 |
| 0,79 | 2,1 | 2,2 | 0,036 |
| 0,93 | 2,3 | 2,4 | 0,037 |
| 1 | 2,5 | 2,6 | 0,038 |
| 1,17 | 2,7 | 2,8 | 0,04 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| | | x3 | | 10s |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 0,95 | 1,5 | 1,6 | 0,25 | 0,03 |
| 2,9 | 1,7 | 1,8 | 0,55 | 0,032 |
| 3,47 | 1,9 | 2 | 0,8 | 0,034 |
| 6,2 | 2,2 | 2,3 | 1,2 | 0,036 |
| 8,4 | 2,5 | 2,6 | 1,55 | 0,039 |
| 11,9 | 2,8 | 2,9 | 2,05 | 0,041 |
| 14,1 | 3 | 3,05 | 2,25 | 0,042 |
| 15,7 | 3,2 | 3,25 | 2,55 | 0,044 |
| 16,98 | 3,3 | 3,35 | 2,58 | 0,045 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,05 |
| 12 | 1,45 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1 |
| 12 | 1,5 |

Comentaris: 1,5 bar no arrenca
1,6 bar arrenca

Entrada gasos: 2
Tovera: 7

Data: 18/12/2015

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 1,95 | 1,5 | 1,6 | 0,03 |
| 4,2 | 1,6 | 1,7 | 0,032 |
| 8,2 | 1,7 | 1,8 | 0,033 |
| 12,4 | 1,8 | 1,9 | 0,035 |
| 14,55 | 2 | 2,1 | 0,036 |
| 17,7 | 2,2 | 2,3 | 0,037 |
| 18,65 | 2,4 | 2,45 | 0,039 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,2 | 1,5 | 1,6 | 0,03 |
| 0,43 | 1,6 | 1,7 | 0,031 |
| 0,62 | 1,8 | 1,9 | 0,033 |
| 0,73 | 1,9 | 2 | 0,034 |
| 0,87 | 2 | 2,1 | 0,035 |
| 1,07 | 2,2 | 2,3 | 0,037 |
| 1,21 | 2,4 | 2,5 | 0,039 |
| 1,35 | 2,6 | 2,7 | 0,041 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 0,98 | 1,5 | 1,6 | 0,1 | 0,03 |
| 1,95 | 1,7 | 1,8 | 0,25 | 0,032 |
| 3,85 | 1,8 | 1,9 | 0,5 | 0,033 |
| 6,58 | 2 | 2,1 | 0,85 | 0,035 |
| 8,7 | 2,2 | 2,3 | 1,15 | 0,037 |
| 10,5 | 2,4 | 2,5 | 1,25 | 0,039 |
| 11,8 | 2,6 | 2,7 | 1,45 | 0,041 |
| 14,5 | 2,8 | 2,8 | 1,6 | 0,043 |
| 16,6 | 3 | 3 | 1,75 | 0,045 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1 |
| 12 | 1,5 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,05 |
| 12 | 1,5 |

Comentaris: 1,5 bar no arrenca
1,6 bar arrenca

Entrada gasos: 2
Tovera: 8

Data: 12/01/2016

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 2,27 | 1,3 | 1,1 | 0,047 |
| 3,34 | 1,4 | 1,15 | 0,048 |
| 4,64 | 1,5 | 1,25 | 0,05 |
| 6,4 | 1,6 | 1,3 | 0,052 |
| 8,49 | 1,7 | 1,4 | 0,054 |
| 11,5 | 1,8 | 1,5 | 0,056 |
| 16,4 | 2 | 1,65 | 0,056 |
| 18,6 | 2,1 | 1,75 | 0,057 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,2 | 1,1 | 0,9 | 0,047 |
| 0,31 | 1,3 | 1,1 | 0,05 |
| 0,41 | 1,5 | 1,25 | 0,051 |
| 0,59 | 1,7 | 1,4 | 0,053 |
| 0,82 | 1,8 | 1,5 | 0,054 |
| 1,1 | 2 | 1,85 | 0,056 |
| 1,56 | 2,2 | 2 | 0,057 |
| 1,84 | 2,4 | 2,1 | 0,059 |
| 1,99 | 2,65 | 2,25 | 0,06 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| | | x3 | | 10s |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 0,81 | 1,2 | 0,9 | 0,05 | 0,047 |
| 1,55 | 1,4 | 1,15 | 0,1 | 0,049 |
| 2,85 | 1,6 | 1,3 | 0,5 | 0,052 |
| 3,95 | 1,7 | 1,4 | 0,55 | 0,054 |
| 5,36 | 1,8 | 1,5 | 0,7 | 0,055 |
| 9,6 | 2 | 1,7 | 1 | 0,056 |
| 13,2 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 0,057 |
| 14,9 | 2,3 | 1,9 | 1,6 | 0,058 |
| 16,8 | 2,4 | 2 | 1,75 | 0,059 |
| 19,15 | 2,5 | 2,1 | 1,9 | 0,055 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 0,95 |
| 12 | 1,45 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1 |
| 12 | 1,45 |

Comentaris: 1,1 bar no arrenca
1,2 bar arrenca

J. Anàlisi de la pressió i el cabal

Després de finalitzar les proves es va procedir a realitzar un estudi i d'aquesta manera observar els trets més significatius d'aquestes. Primer de tot es va calcular la pressió mitjana dels dos manòmetres i totes les gràfiques s'han realitzat amb aquesta mesura.

A continuació es va decidir comprovar la relació que existia entre pressió i cabal. I si aquesta depenia únicament de la tovera utilitzada o si pel contrari també hi havia algun tipus de dependència amb la prova realitzada o amb el tipus de separador cargola d'aportació de gasos-tovera utilitzat.

Per aquest motiu es va graficar per a cada tovera la pressió mitjana amb el cabal que hi circulava a cada prova i amb separadors diferents. Aquestes gràfiques són les que estan compreses entre la Figura J-1 i la Figura J-9.

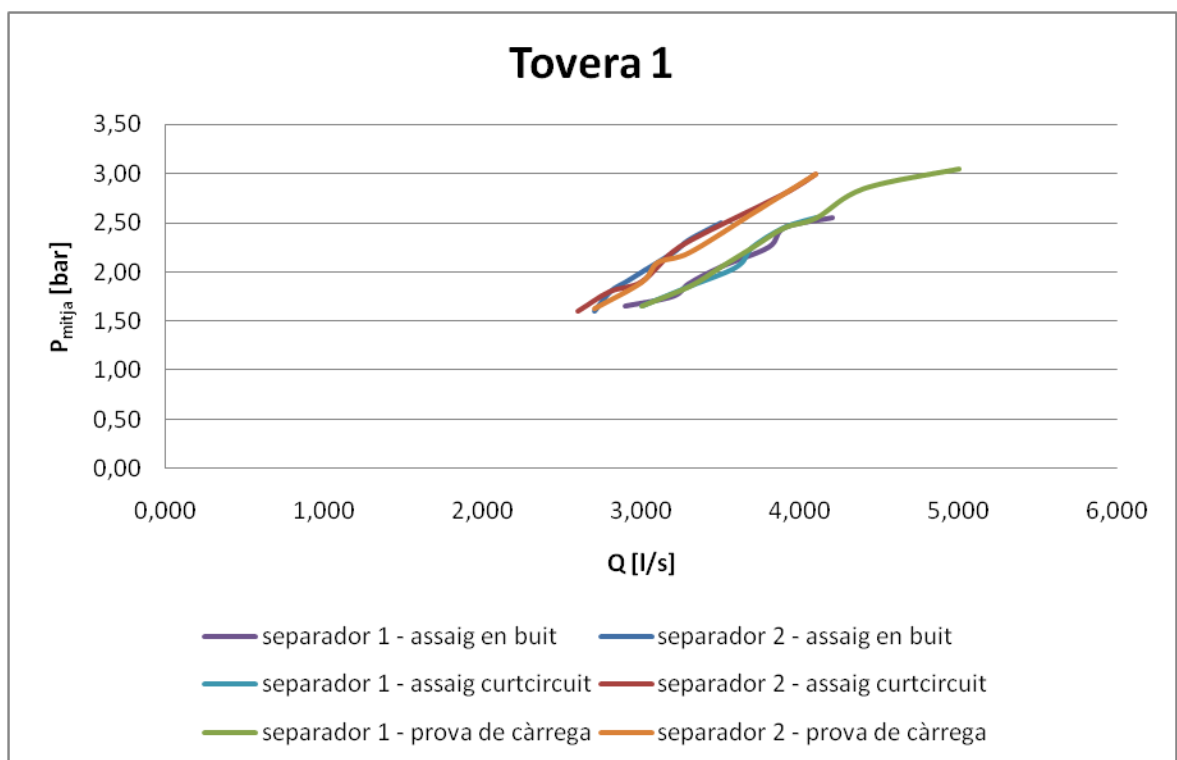


Figura J-1: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 1.

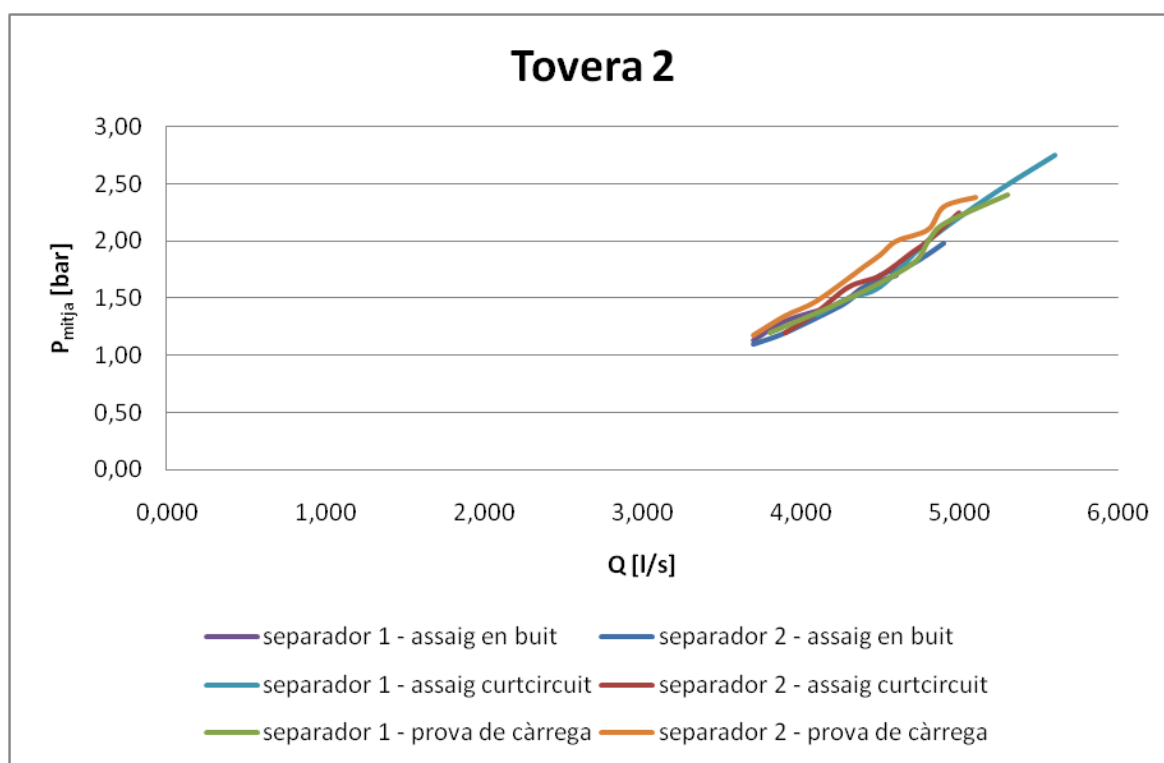


Figura J-2: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 2.

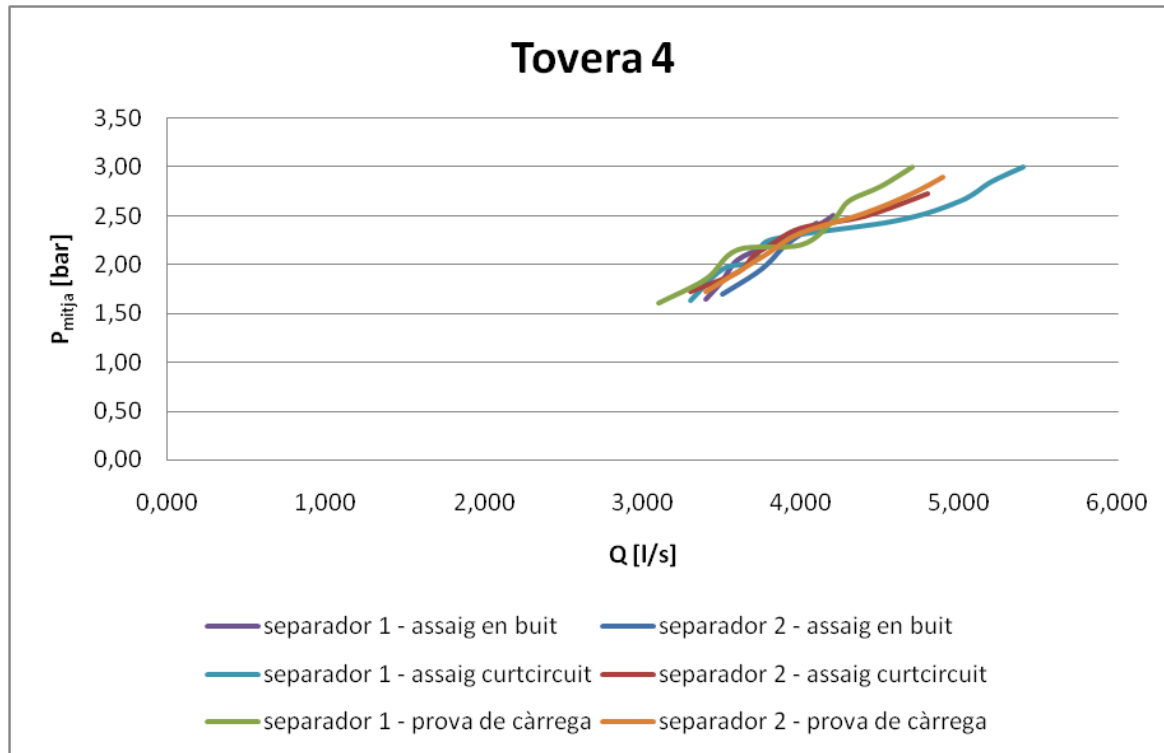


Figura J-3: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 4.

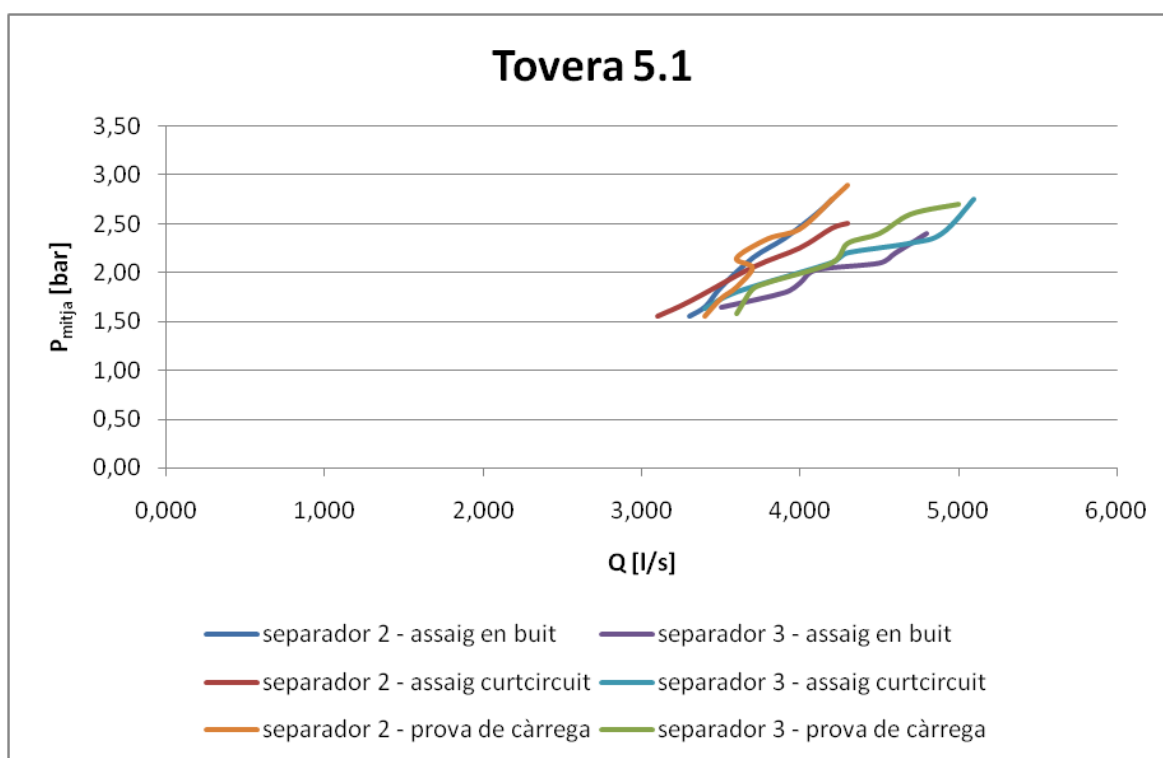


Figura J-4: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 5.1.

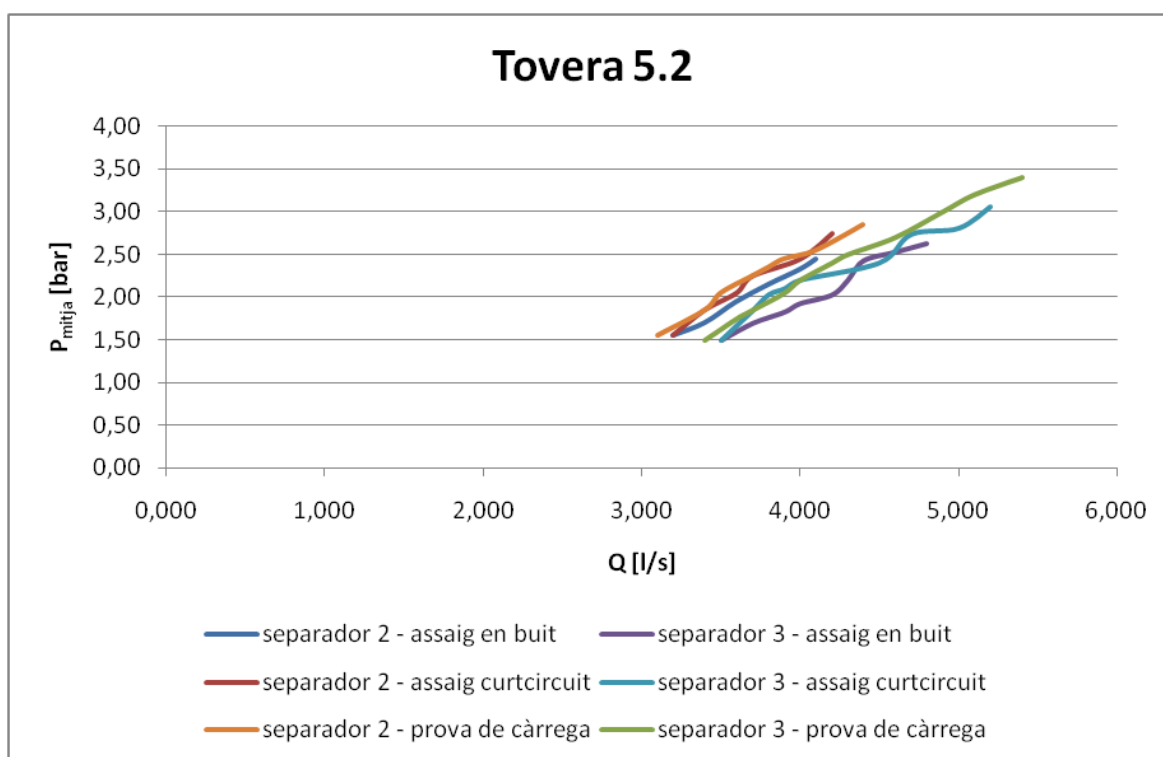


Figura J-5: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 5.2.

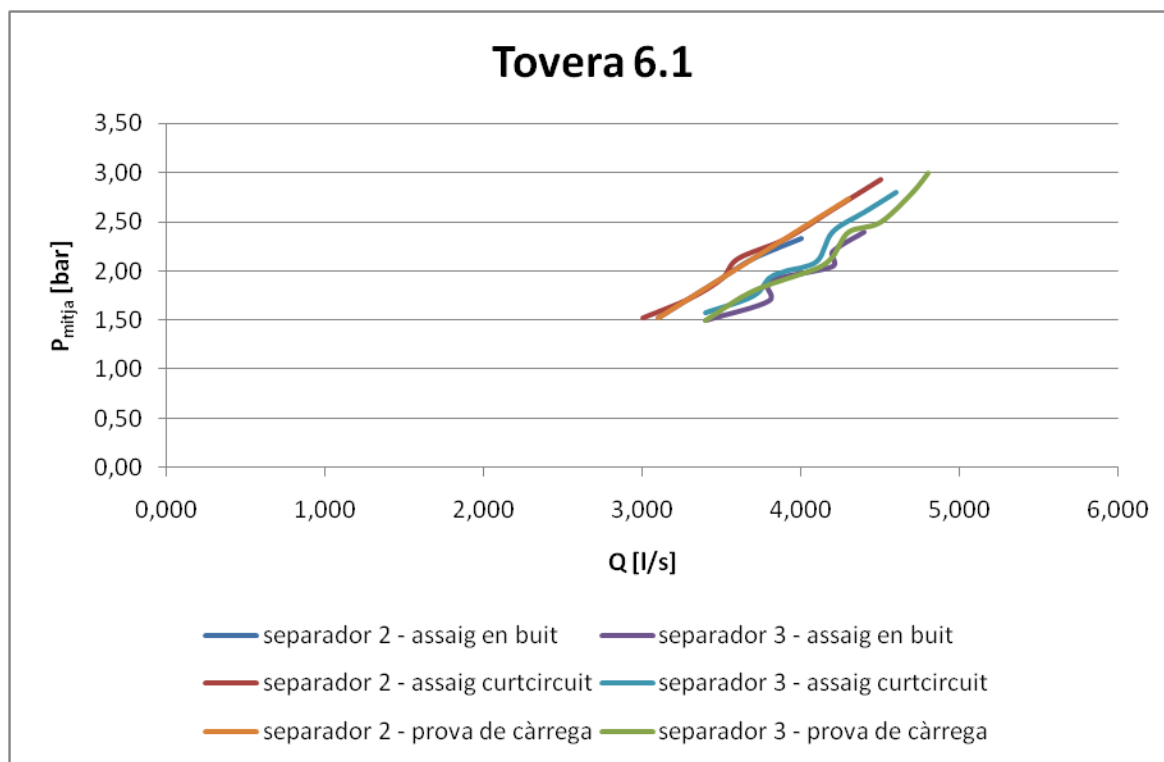


Figura J-6: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 6.1.

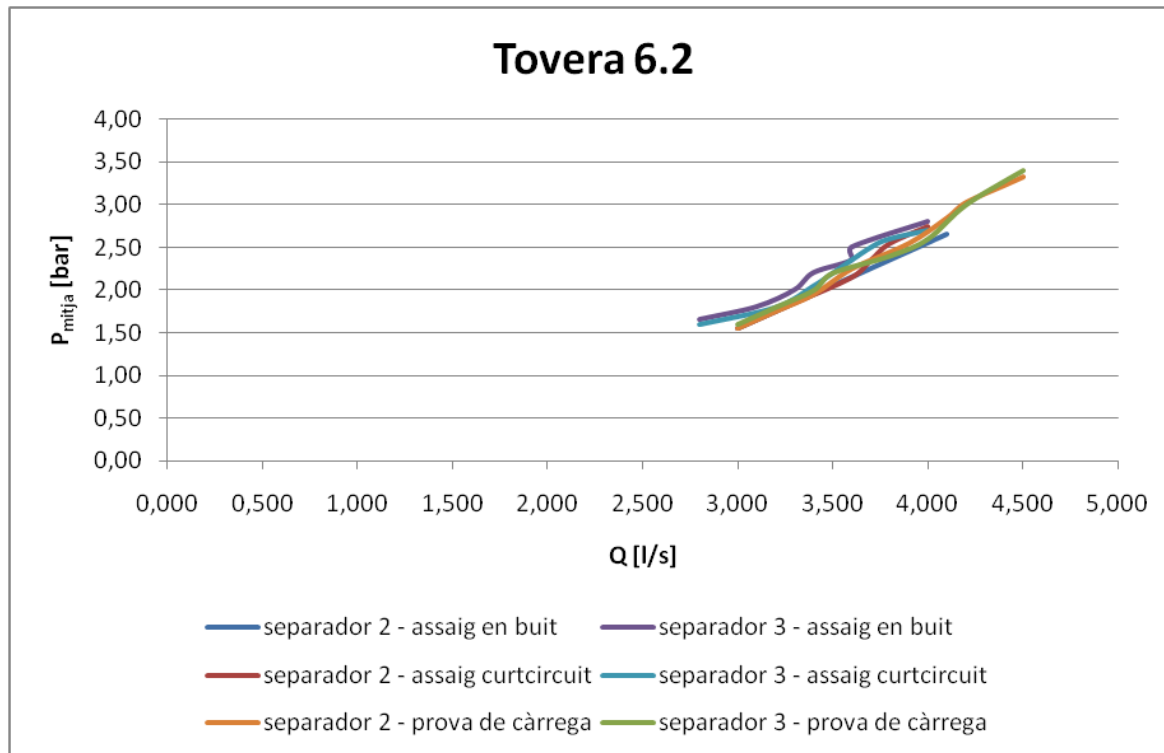


Figura J-7: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 6.2.

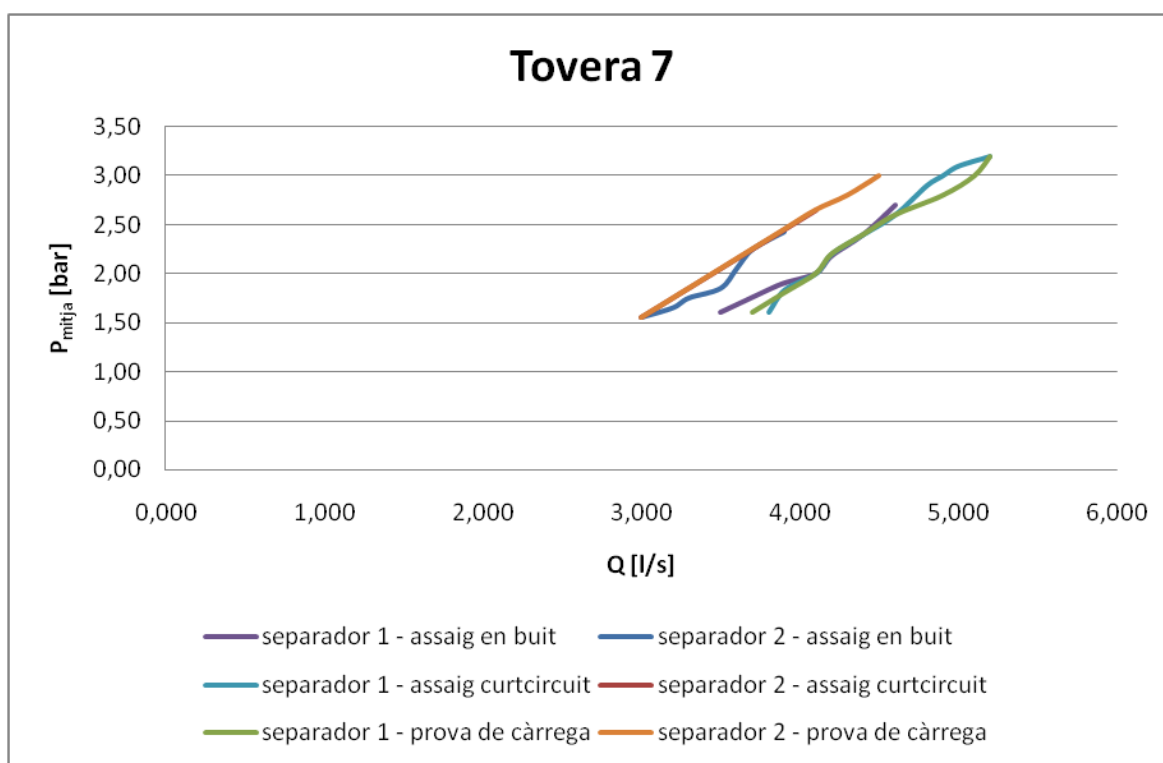


Figura J-8: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 7.

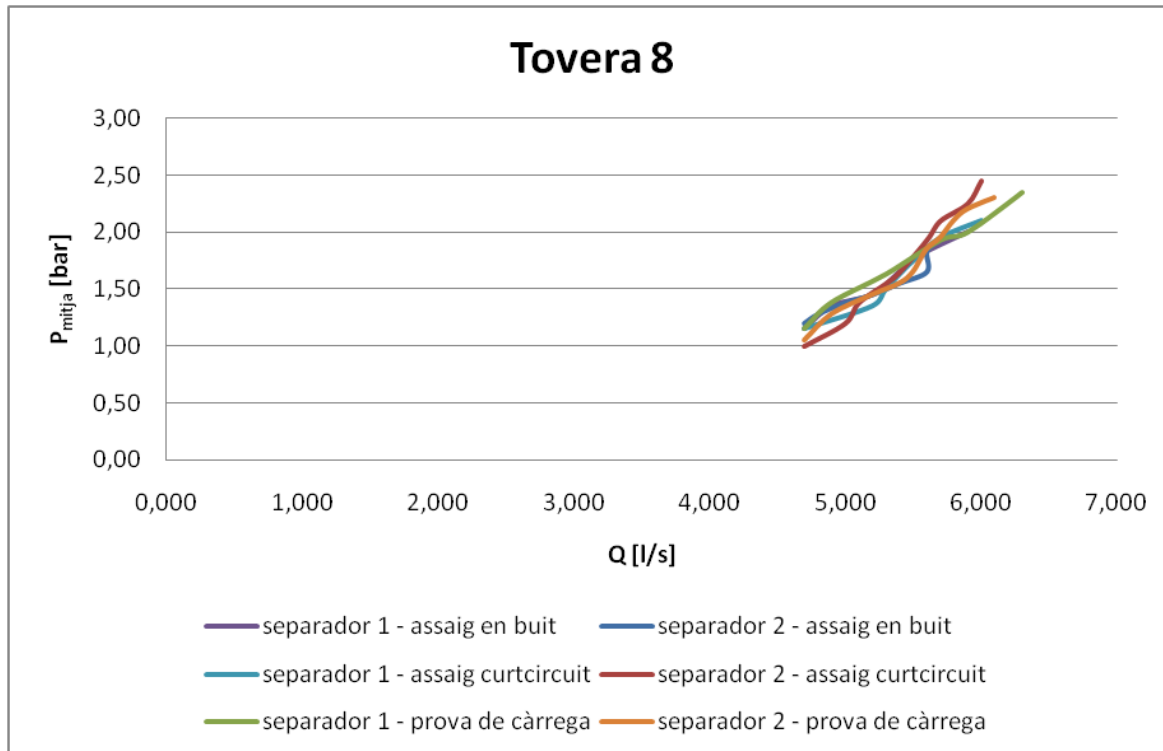


Figura J-9: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 8.

A les gràfiques abans mostrades, s'observa que exceptuant la tovera 1, la tovera 6.1 i la tovera 7, les demès gràfiques no presenten una diferència significativa d'utilitzar diferents separadors. Degut a aquest motiu i a la dificultat de realitzar una bona pressa de dades pel que respecta al cabal, es considera que aquestes diferències són degudes a errors experimentals.

D'aquesta manera s'agrupen totes les mesures referides a pressió mitjana i cabal per a cada tovera i es realitza una gràfica amb totes les toveres tal i com s'observa a la Figura J-10. En aquesta també s'observen les equacions per a cadascuna de les toveres i que el coeficient de determinació (R) de les rectes és força elevat. Per tant es conclou que la pressió i el cabal estan força relacionats depenen només del tipus de toveres i que les diferències observades entre els diferents separadors per la mateixa tovera són deguts a errors experimentals.

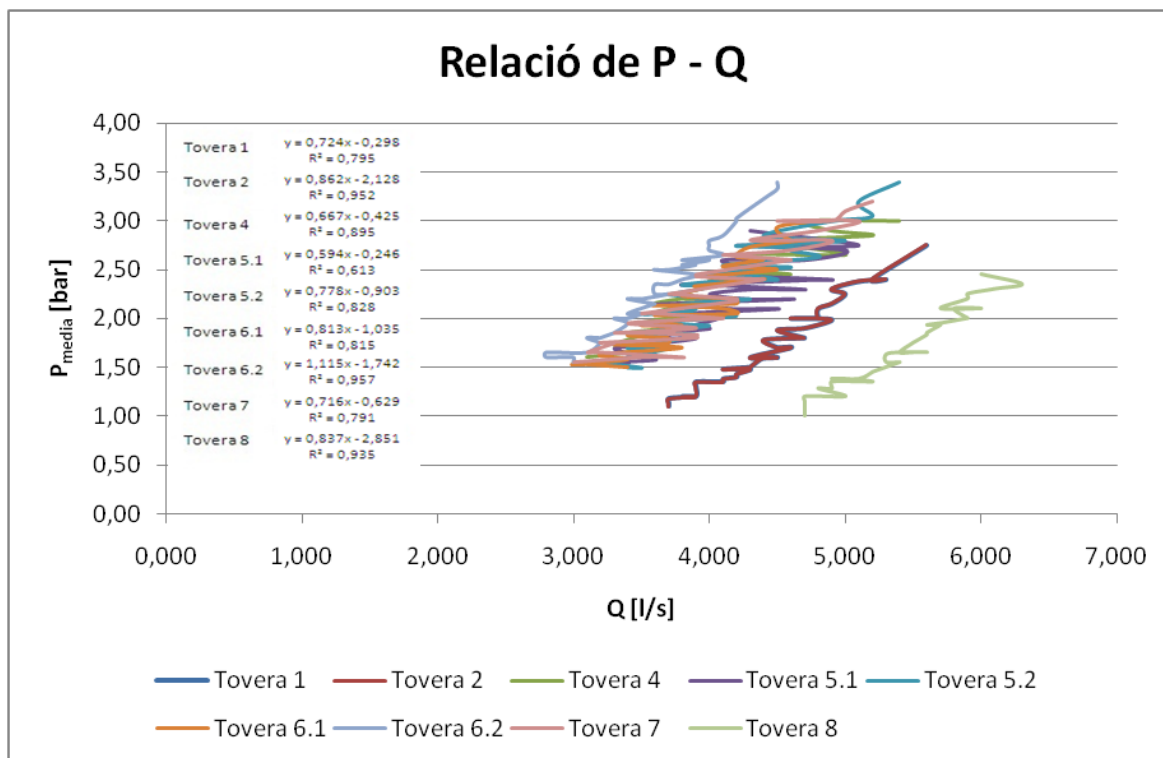


Figura J-10: Gràfica i equacions P-Q de les diferents proves realitzades en funció de la tovera.

K. Anàlisi dels diferents assajos (I)

Després de trobar la relació entre pressió i cabal, es va voler observar si hi havia diferència significativa entre utilitzar separadors de cargola-tovera amb la mateixa tovera. Degut a aquest motiu s'han realitzat les gràfiques d'assaig en buit (de la Figura K-1 a la Figura K-9), l'assaig de curtcircuit (de la Figura K-10 a la Figura K-18) i la prova amb càrrega (de la Figura K-19 a la Figura K-27) per a cada tovera en funció del separador cargola d'aportació de gasos-tovera utilitzat.

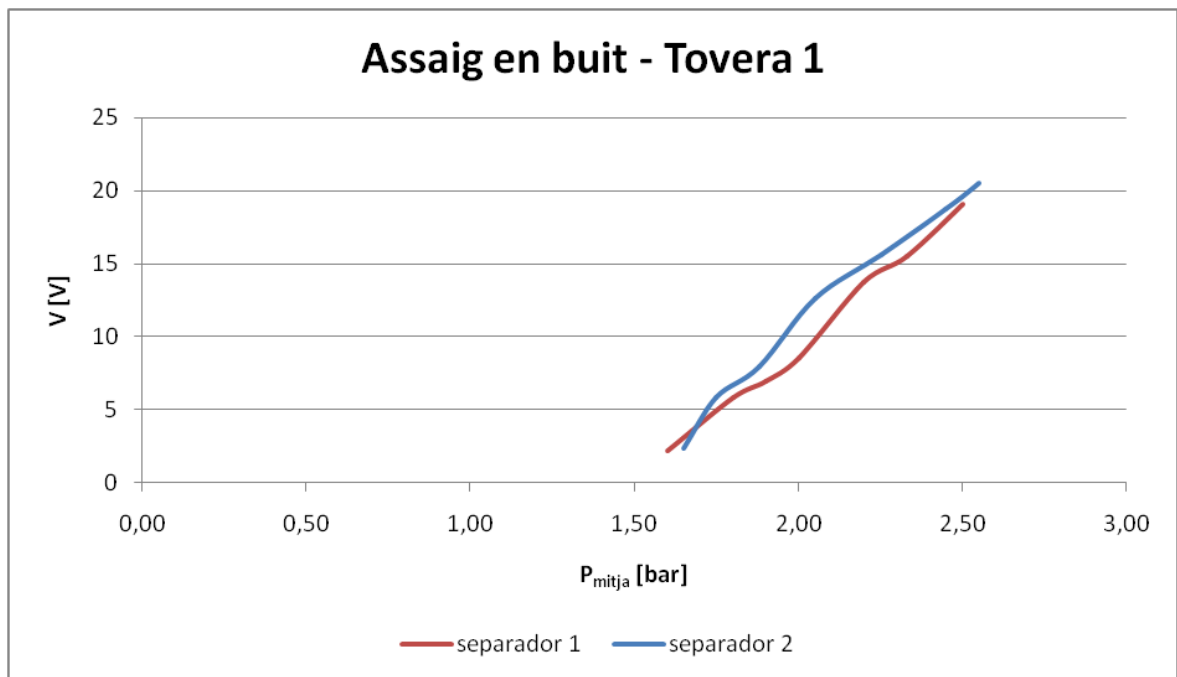


Figura K-1: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 1.

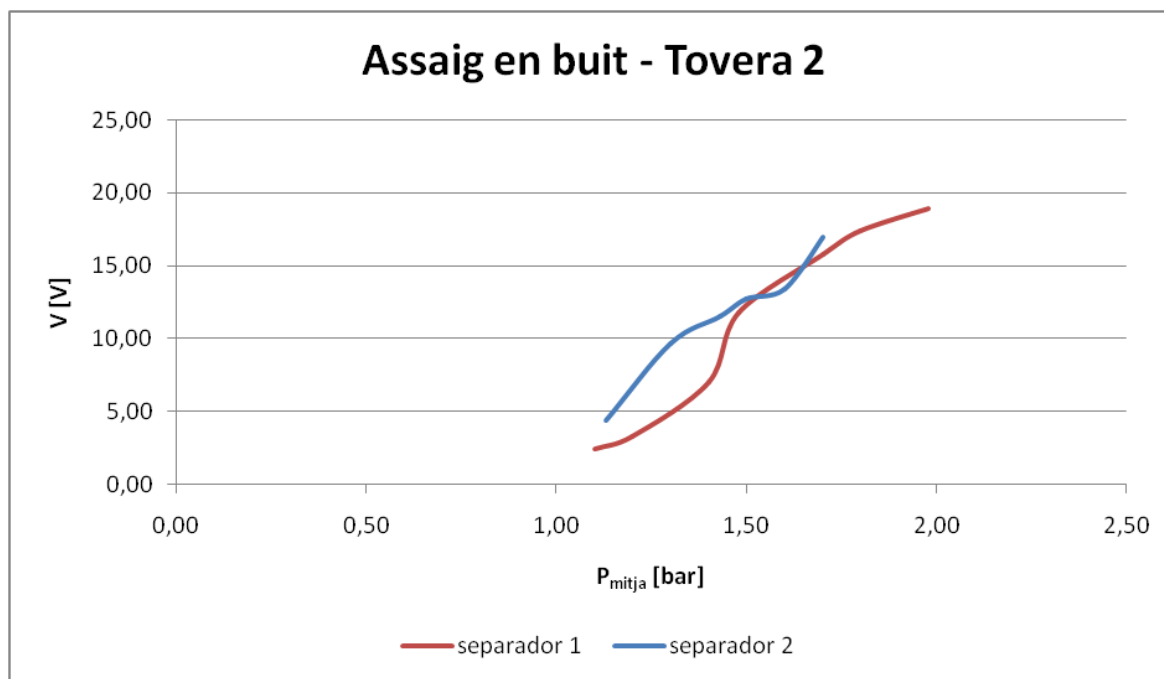


Figura K-2: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 2.

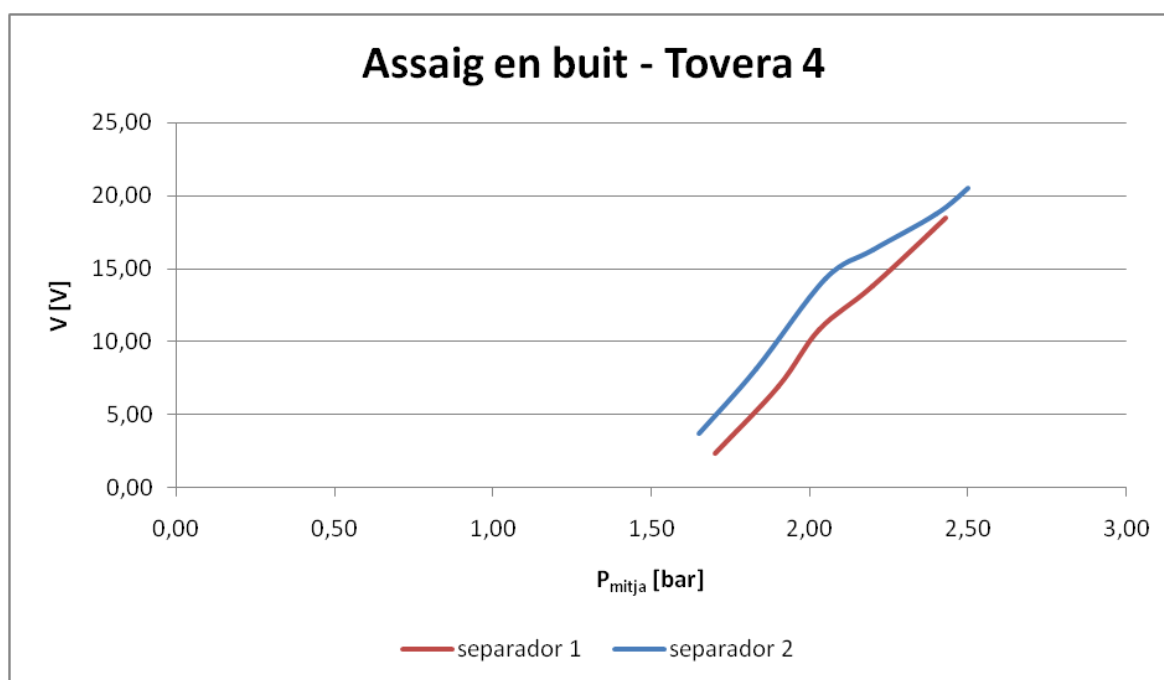


Figura K-3: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 4.

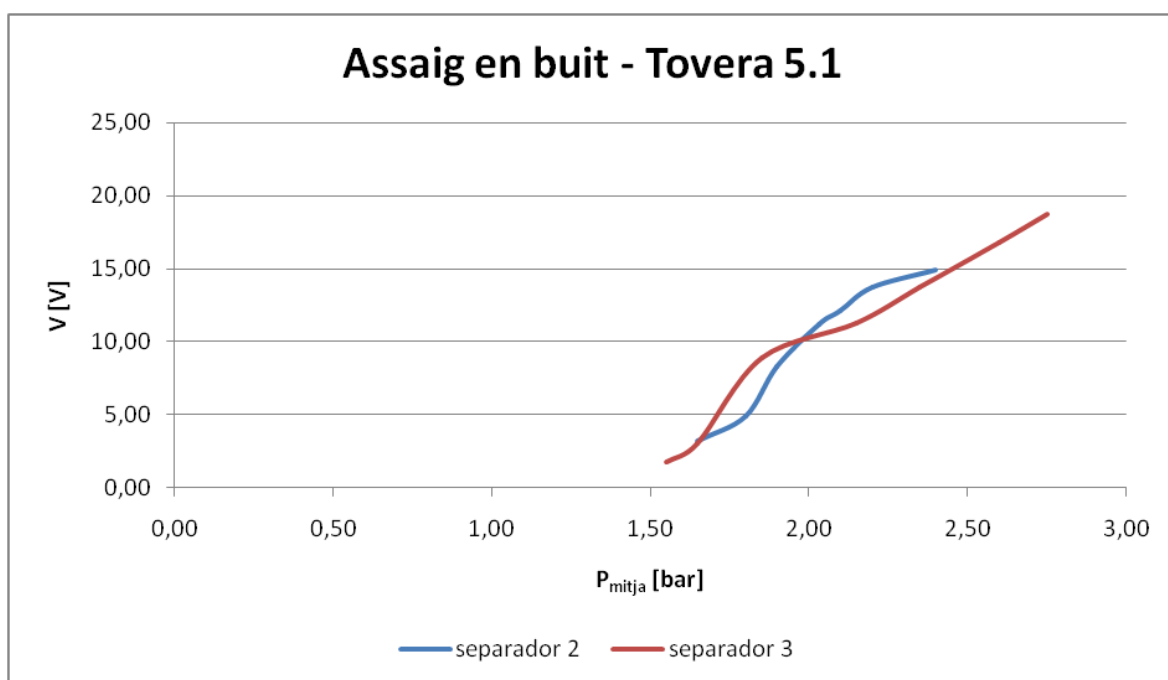


Figura K-4: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 5.1.

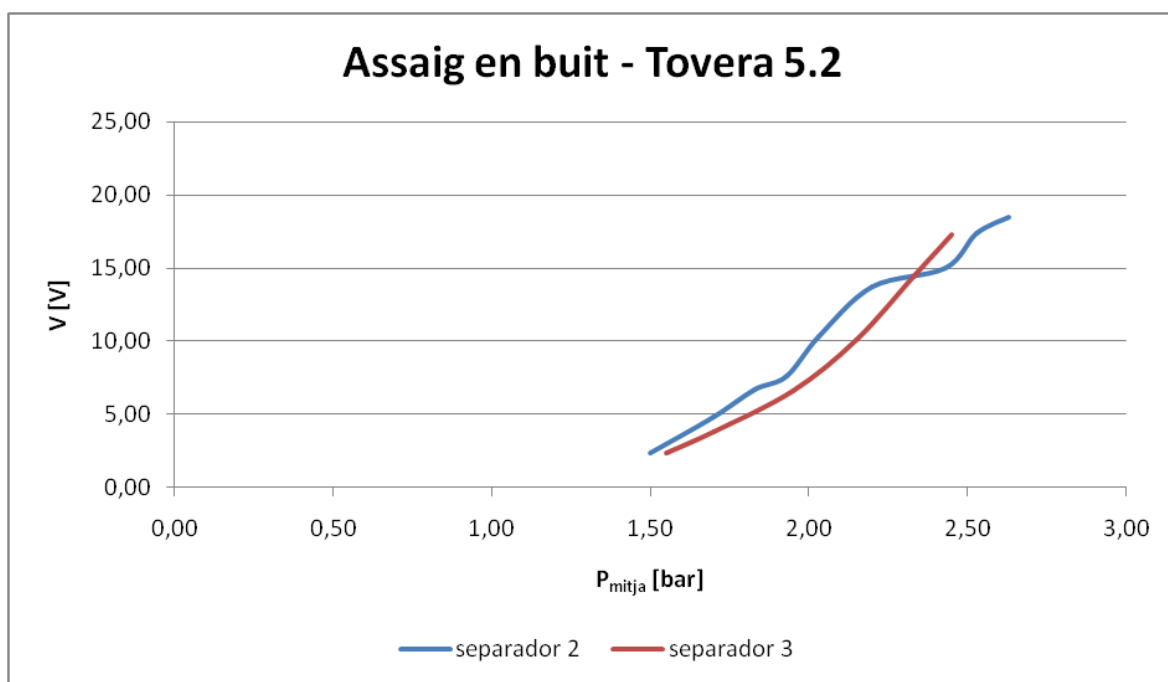


Figura K-5: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 5.2.

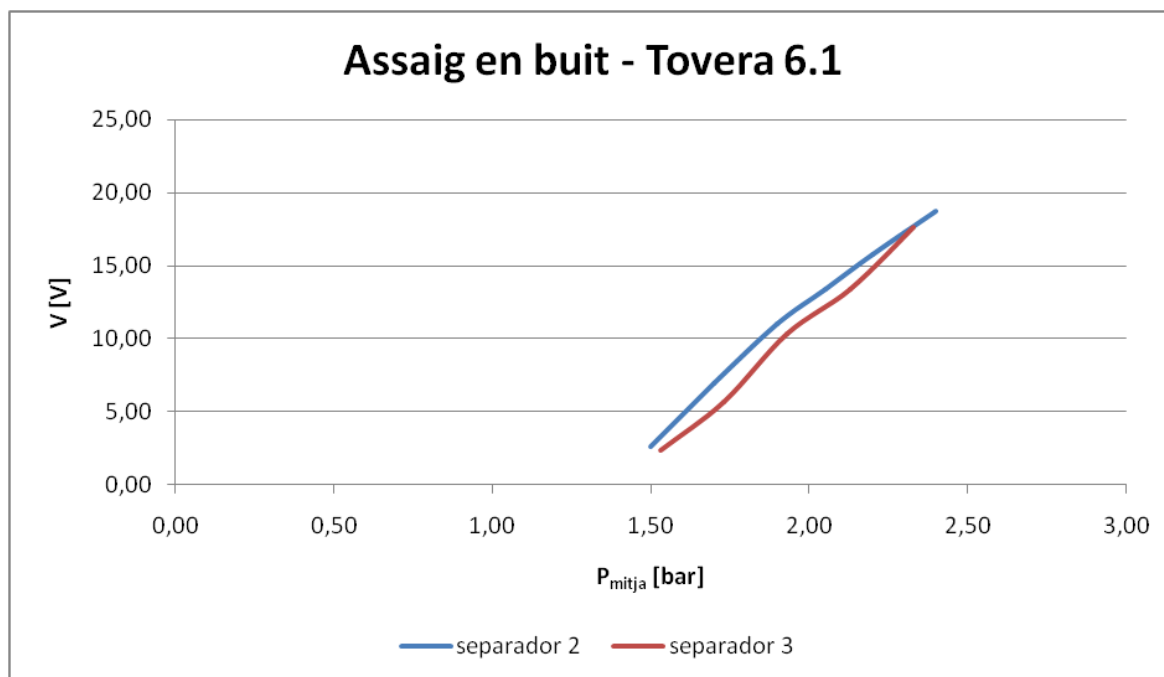


Figura K-6: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 6.1.

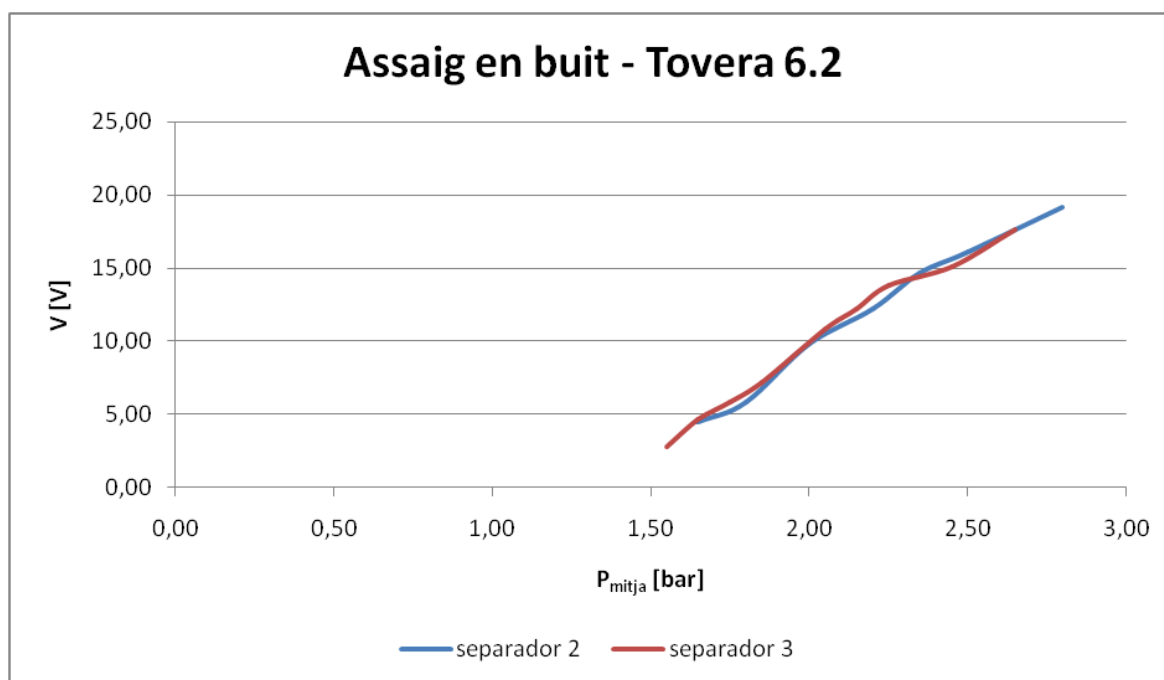


Figura K-7: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 6.2.

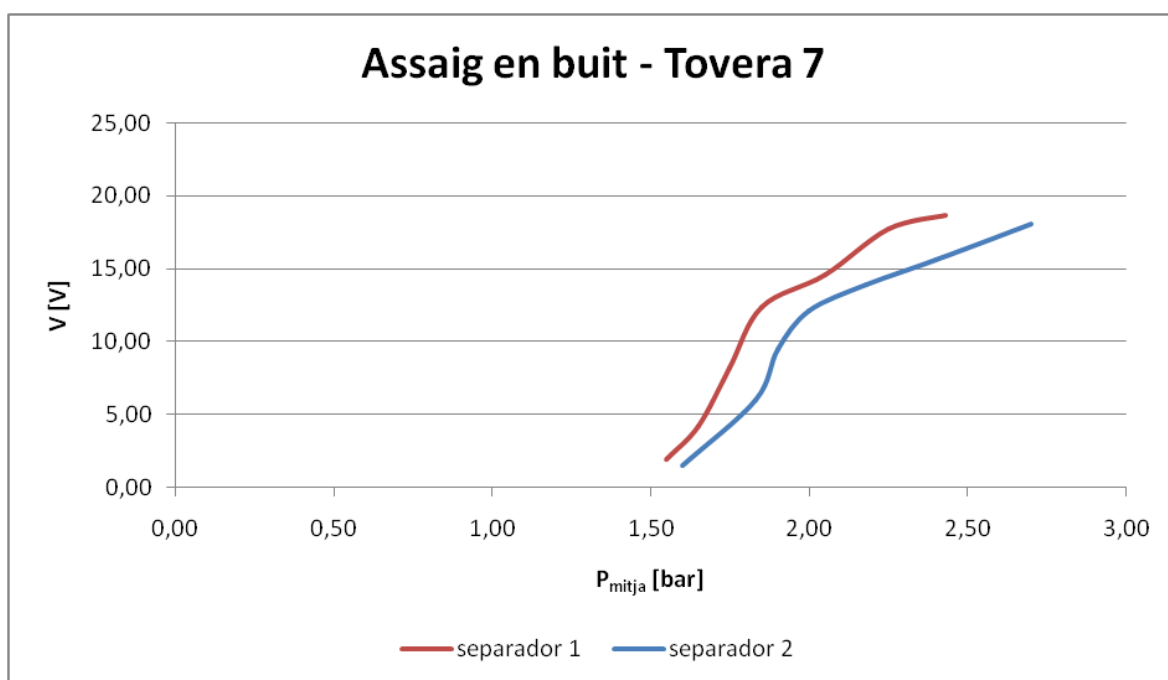


Figura K-8: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 7.

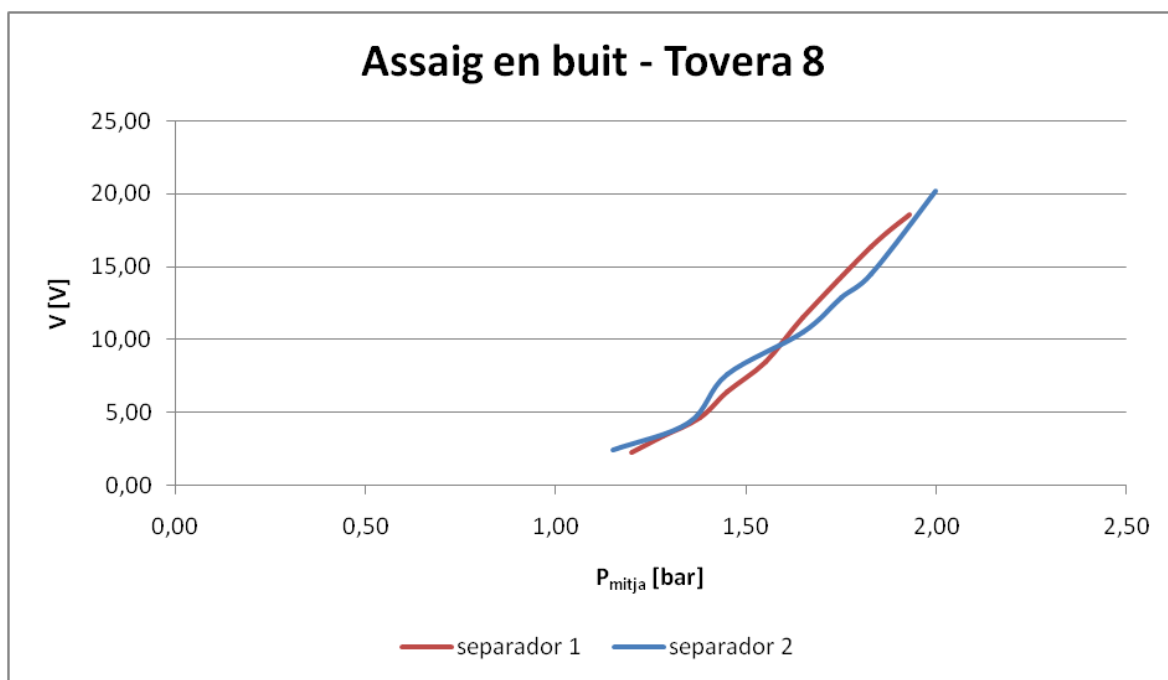


Figura K-9: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 8.

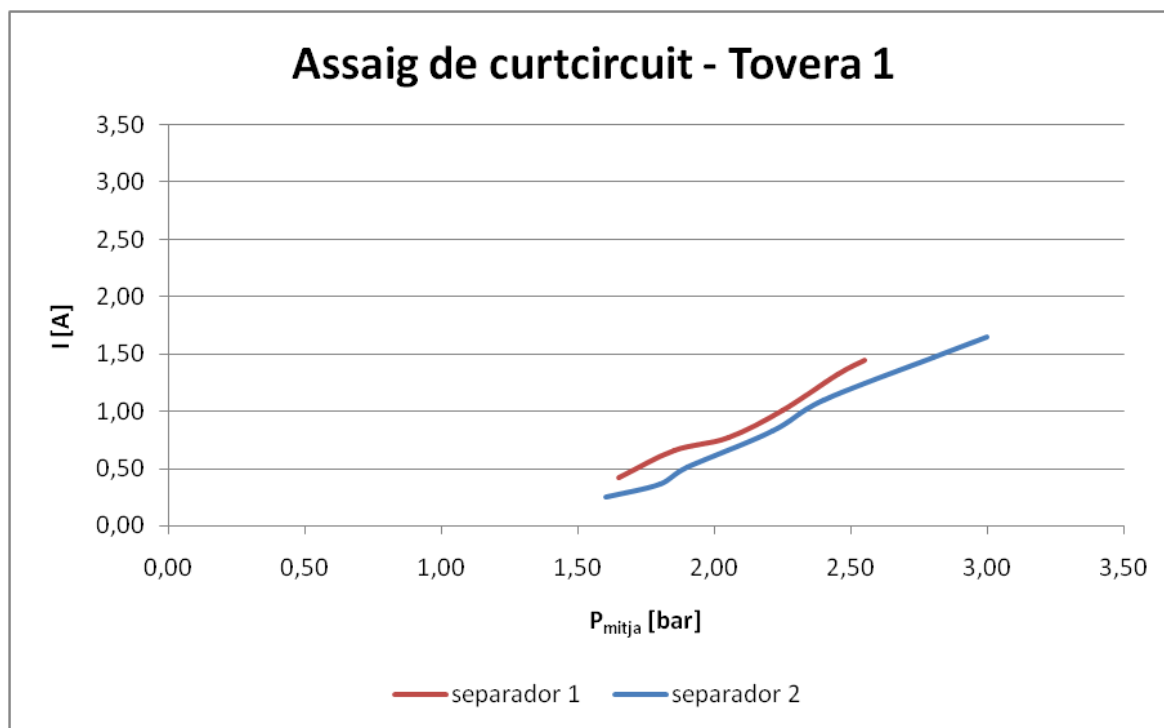


Figura K-10: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 1.

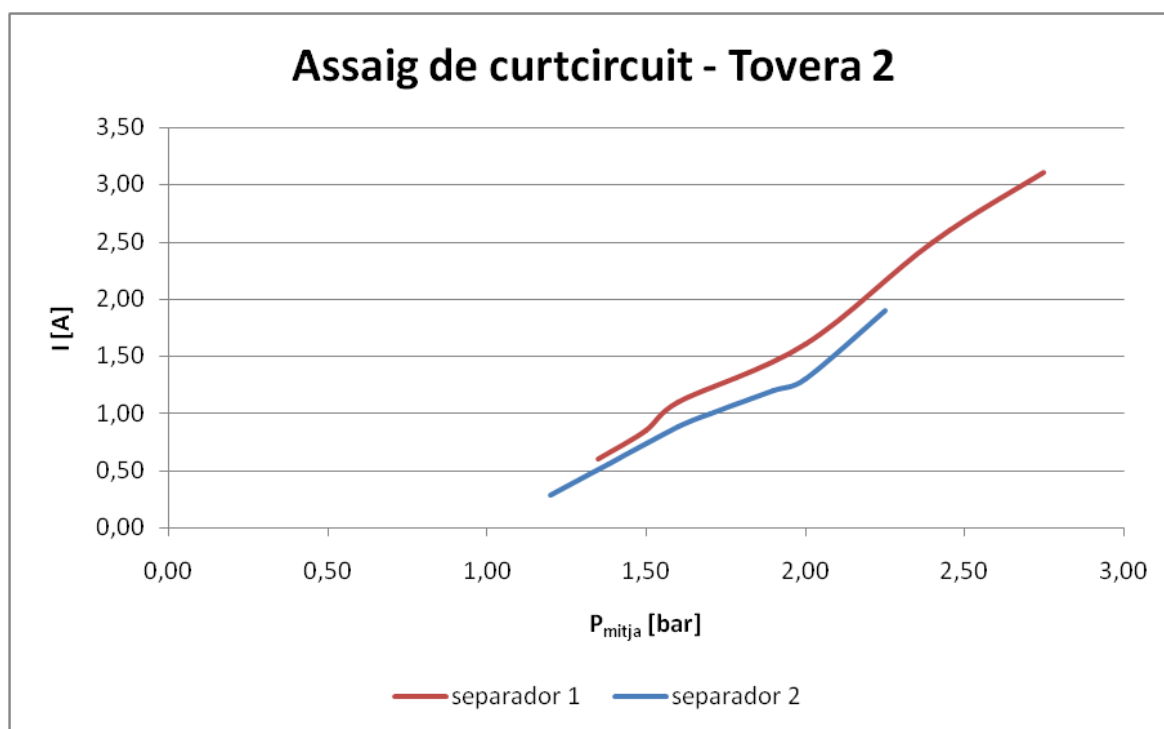


Figura K-11: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 2.

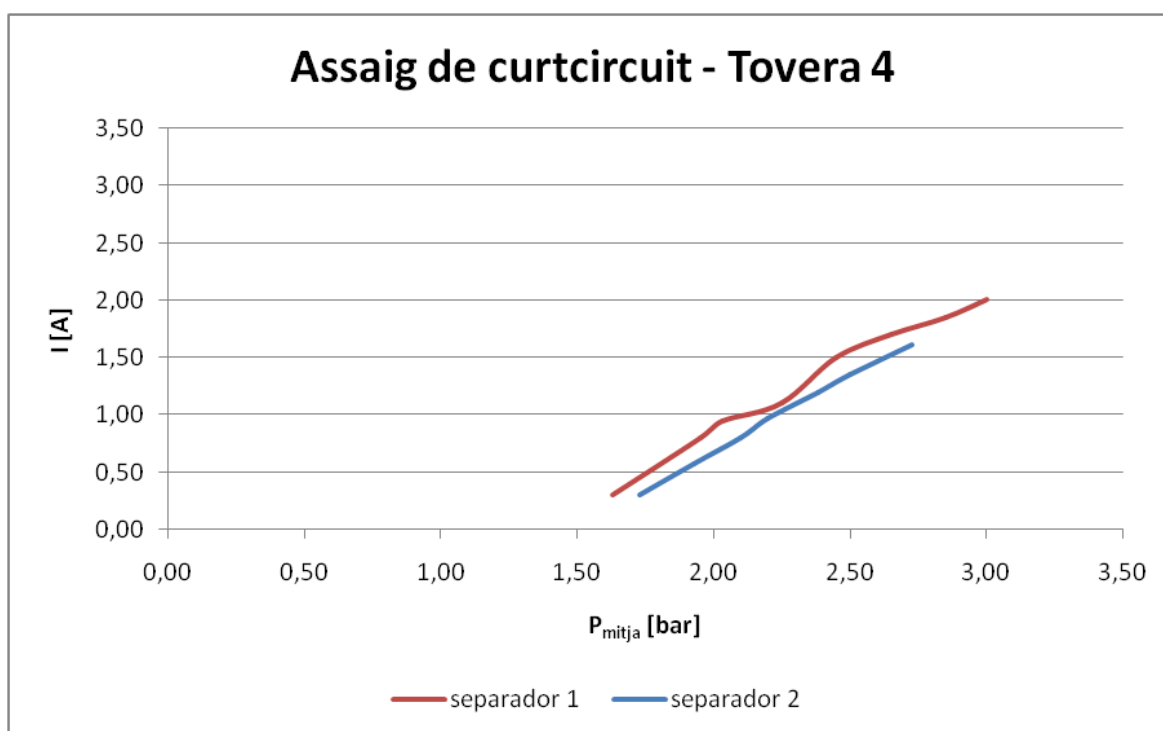


Figura K-12: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 4.

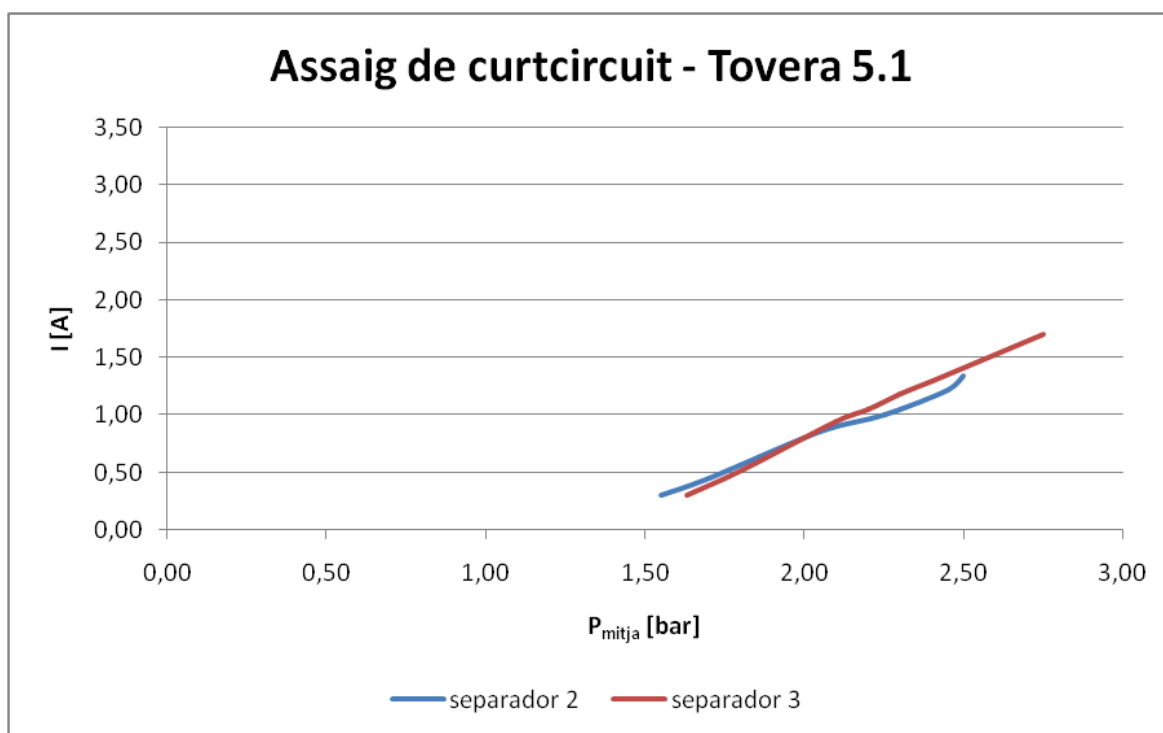


Figura K-13: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 5.1.

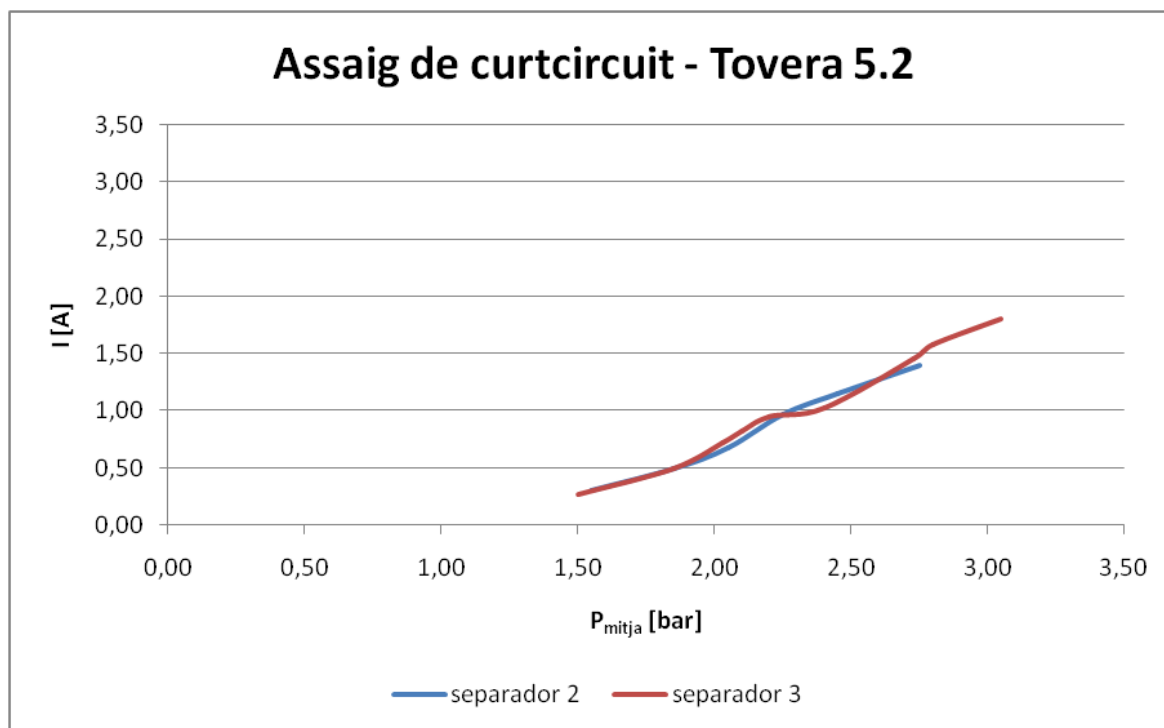


Figura K-14: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 5.2.

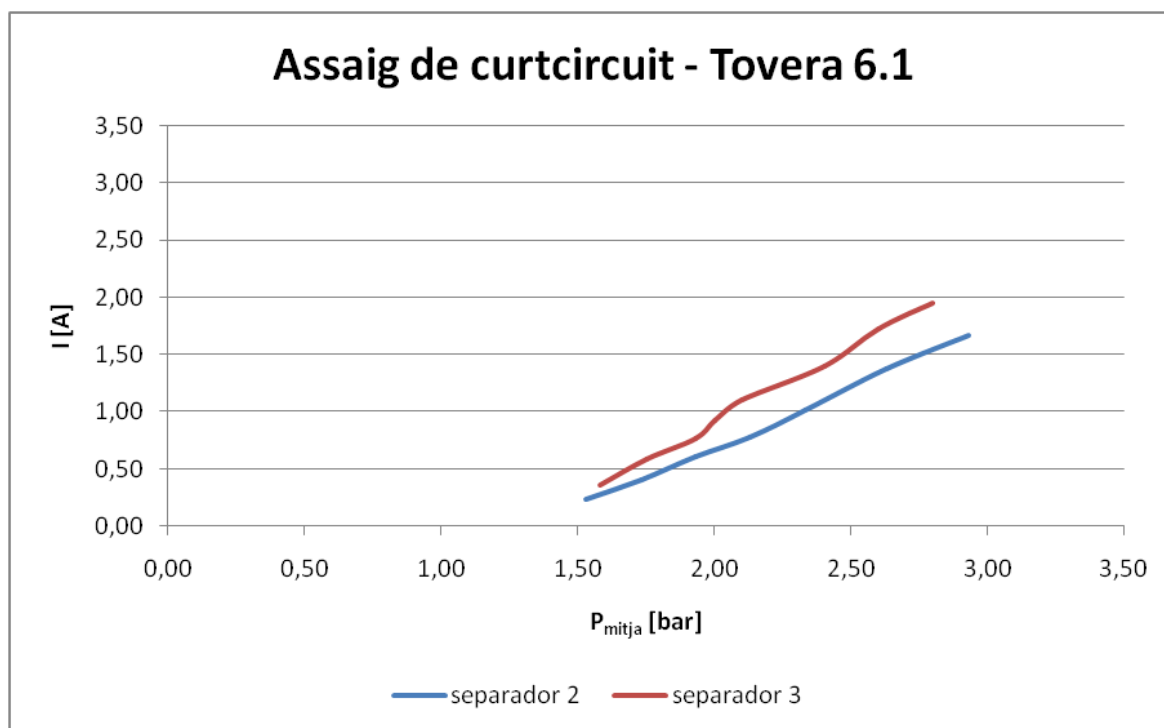


Figura K-15: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 6.1.

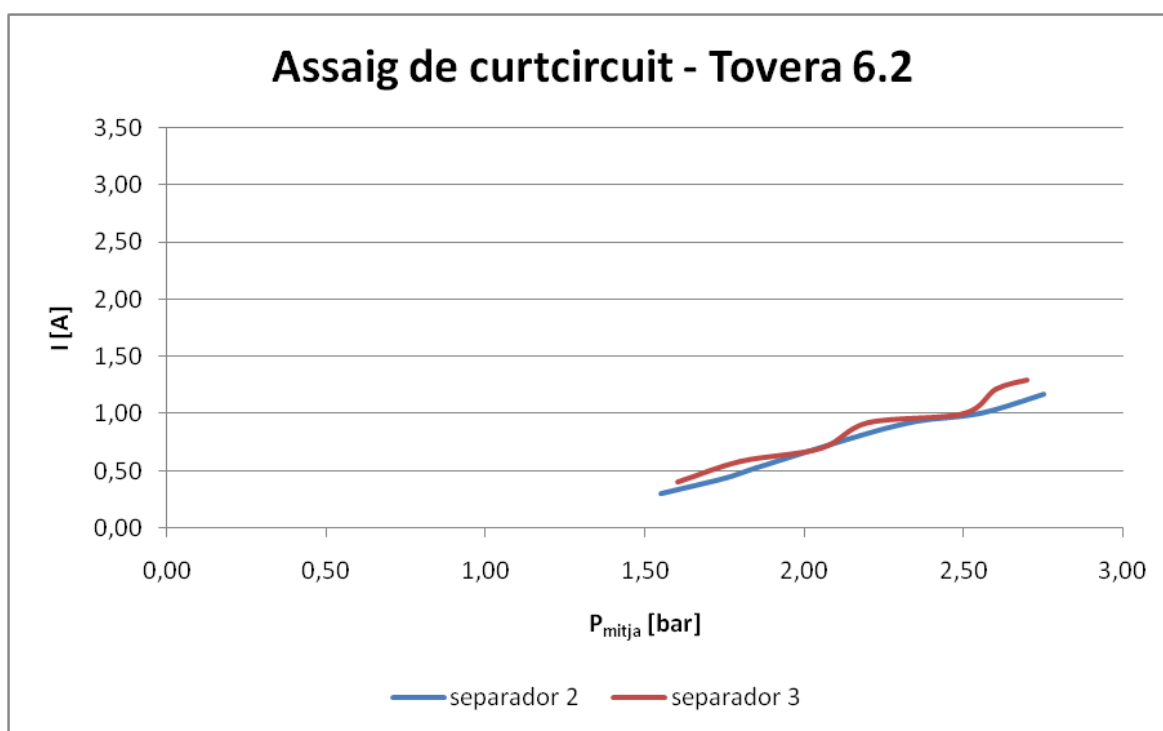


Figura K-16: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 6.2.

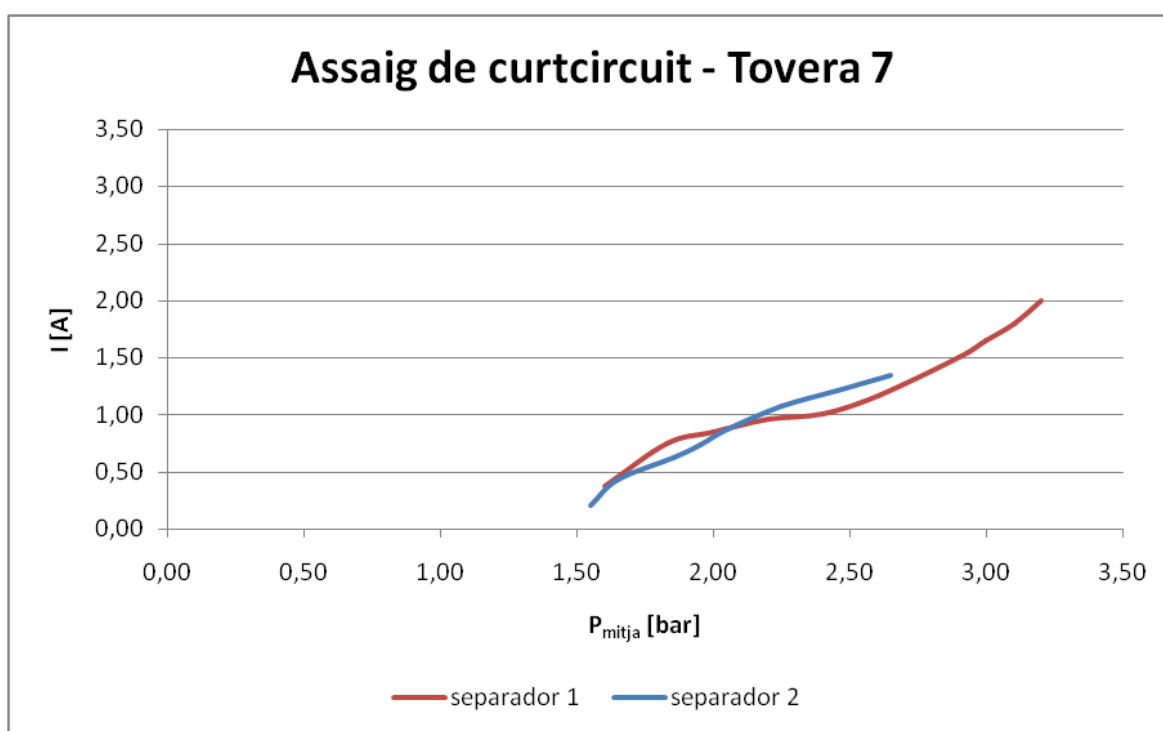


Figura K-17: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 7.

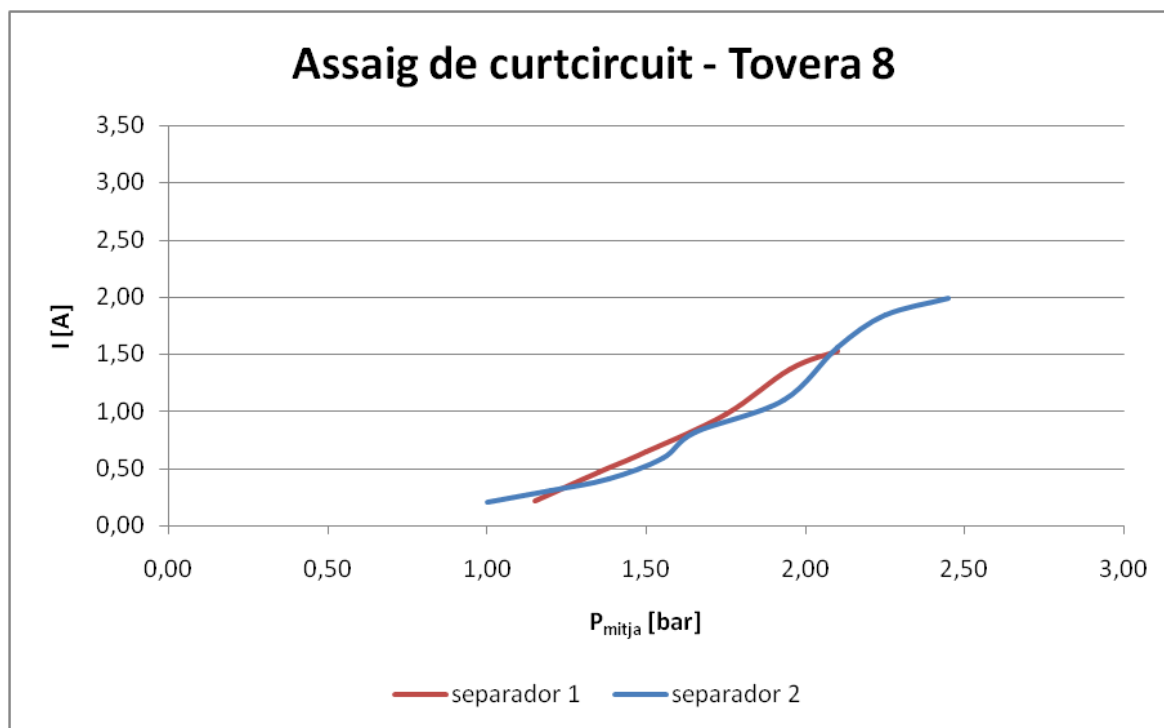


Figura K-18: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 8.

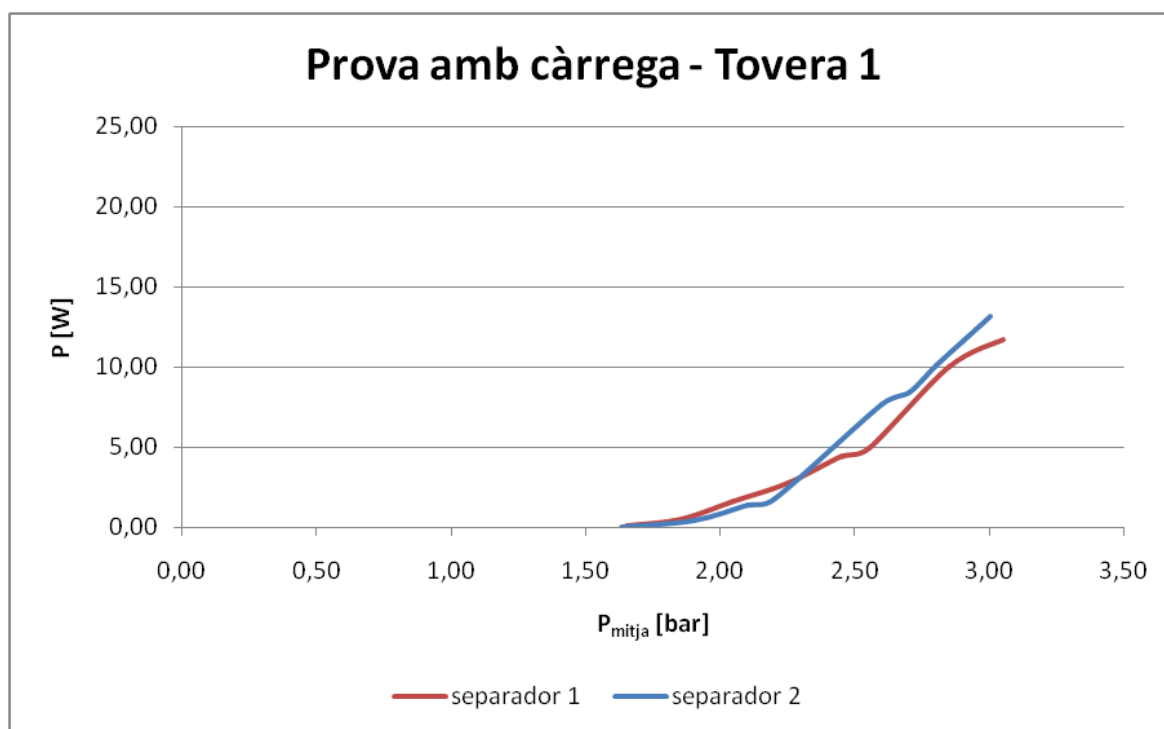


Figura K-19: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 1.

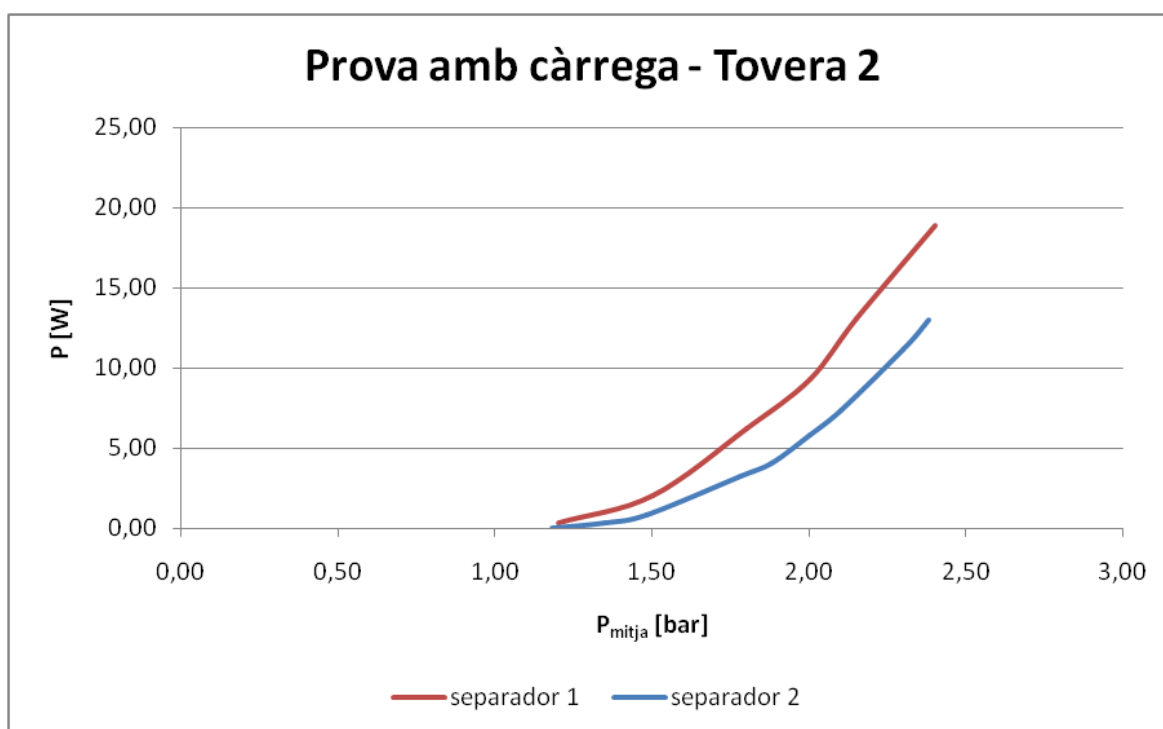


Figura K-20: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 2.

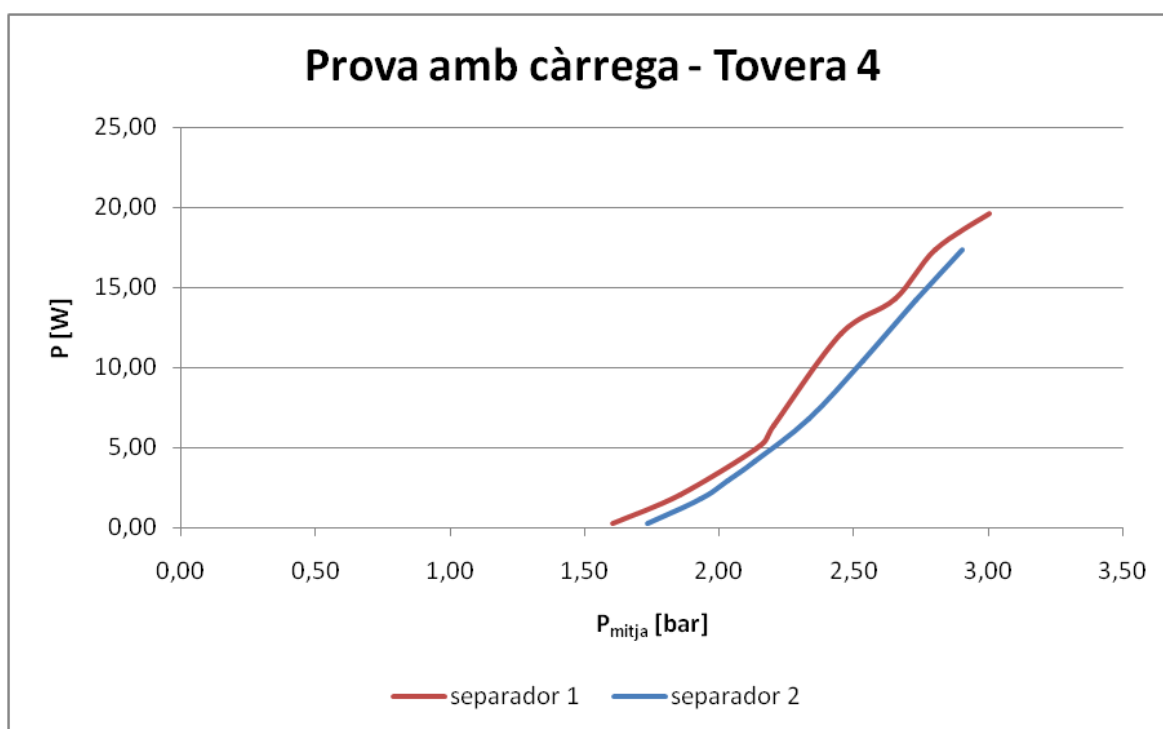


Figura K-21: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 4.

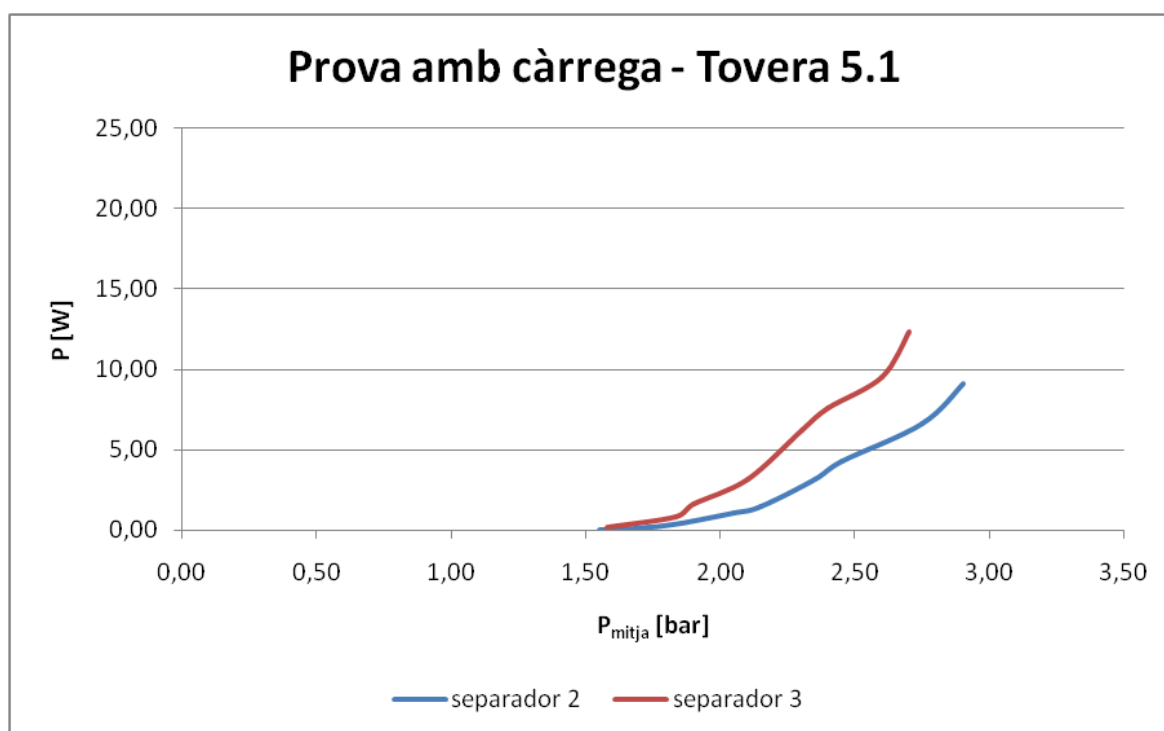


Figura K-22: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 5.1.

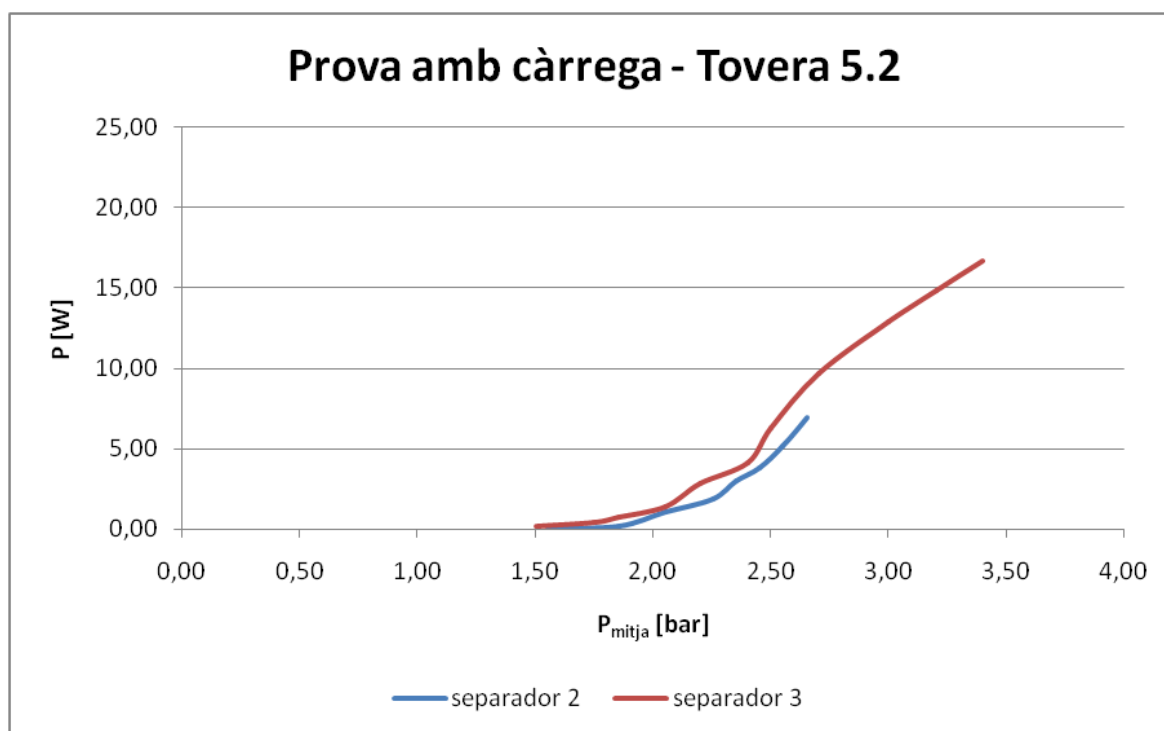


Figura K-23: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 5.2.

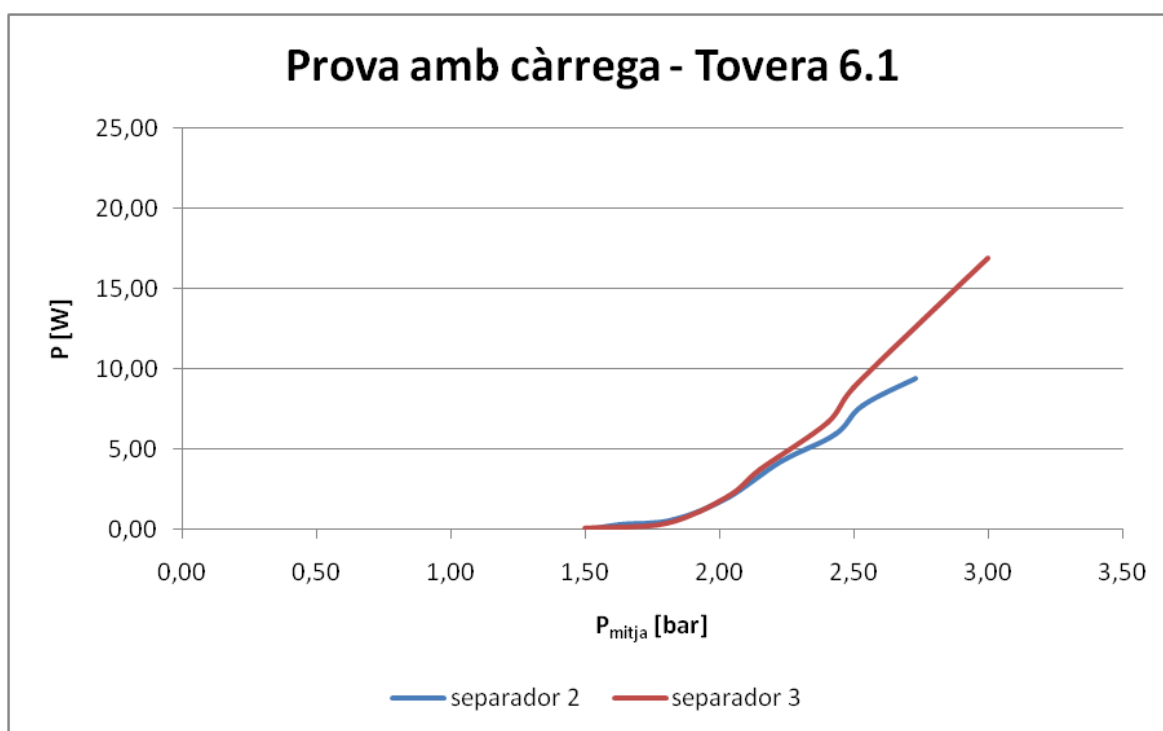


Figura K-24: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 6.1.

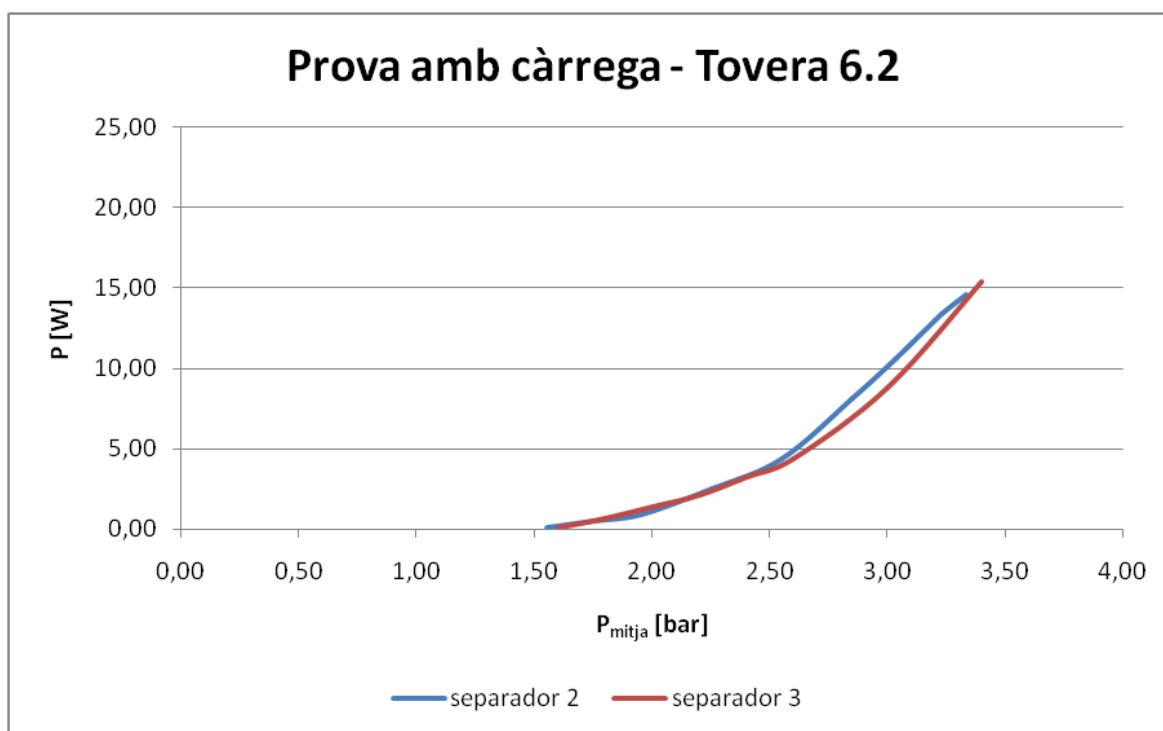


Figura K-25: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 6.2.

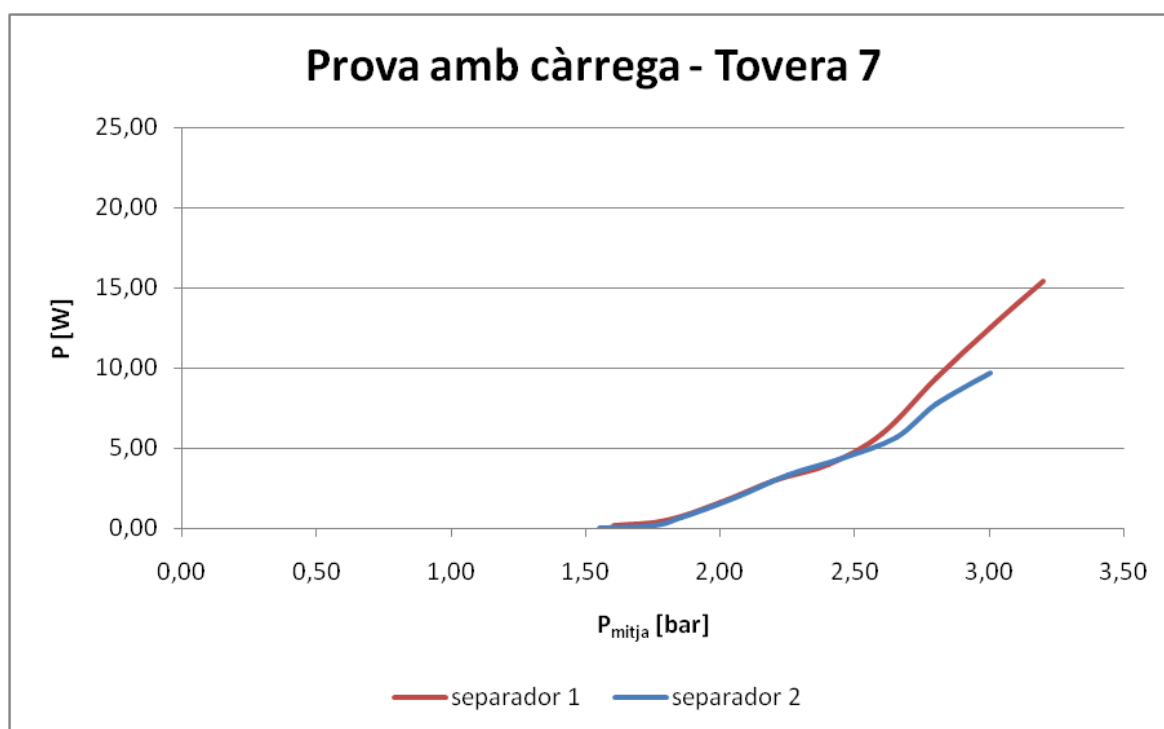


Figura K-26: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 7.

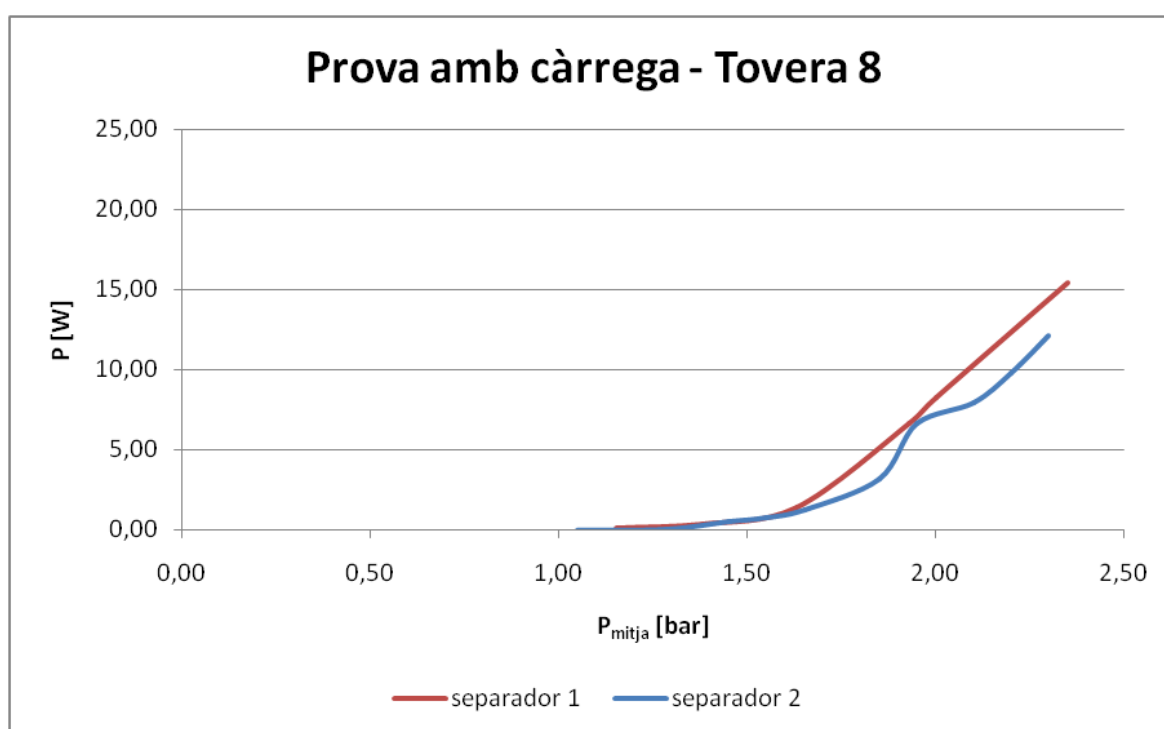


Figura K-27: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 8.

A les gràfiques d'assaig en buit, assaig de curtcircuit i prova amb càrrega disponibles anteriorment no s'observen diferències significatives entre els diferents separadors, a excepció de les toveres 4 i 7 a l'assaig en buit, de la tovera 6.1 a l'assaig de curtcircuit i a la tovera 2 i la tovera 5.1 a la prova amb càrrega.

Degut a aquest motiu s'agrupen totes les dades referides a la mateixa tovera, eliminant l'efecte de separador diferent i es realitzen les gràfiques d'assaig en buit, assaig de curtcircuit i prova amb càrrega amb totes les toveres disponibles, incorporant les equacions per a cada assaig i per a cada tovera. Es poden observar aquestes gràfiques a partir de la Figura K-28 fins a la Figura K-30 respectivament.

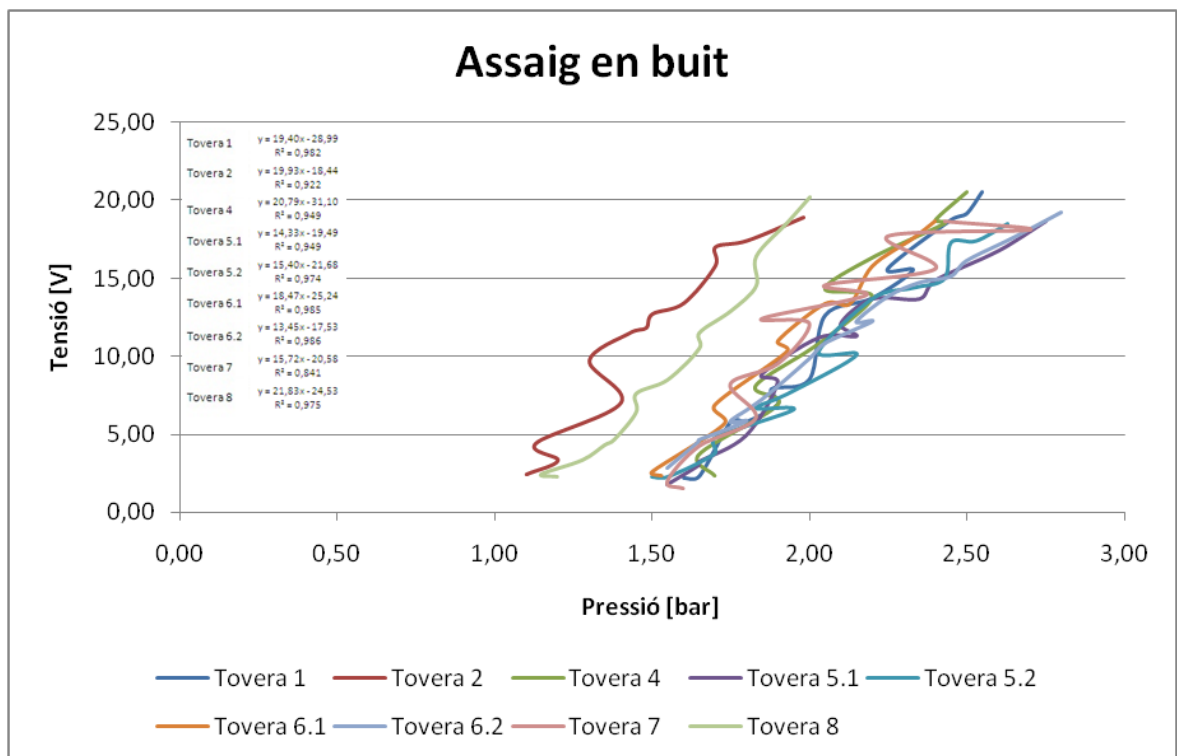


Figura K-28: Gràfica i equacions V-P de l'assaig en buit en funció de les toveres.

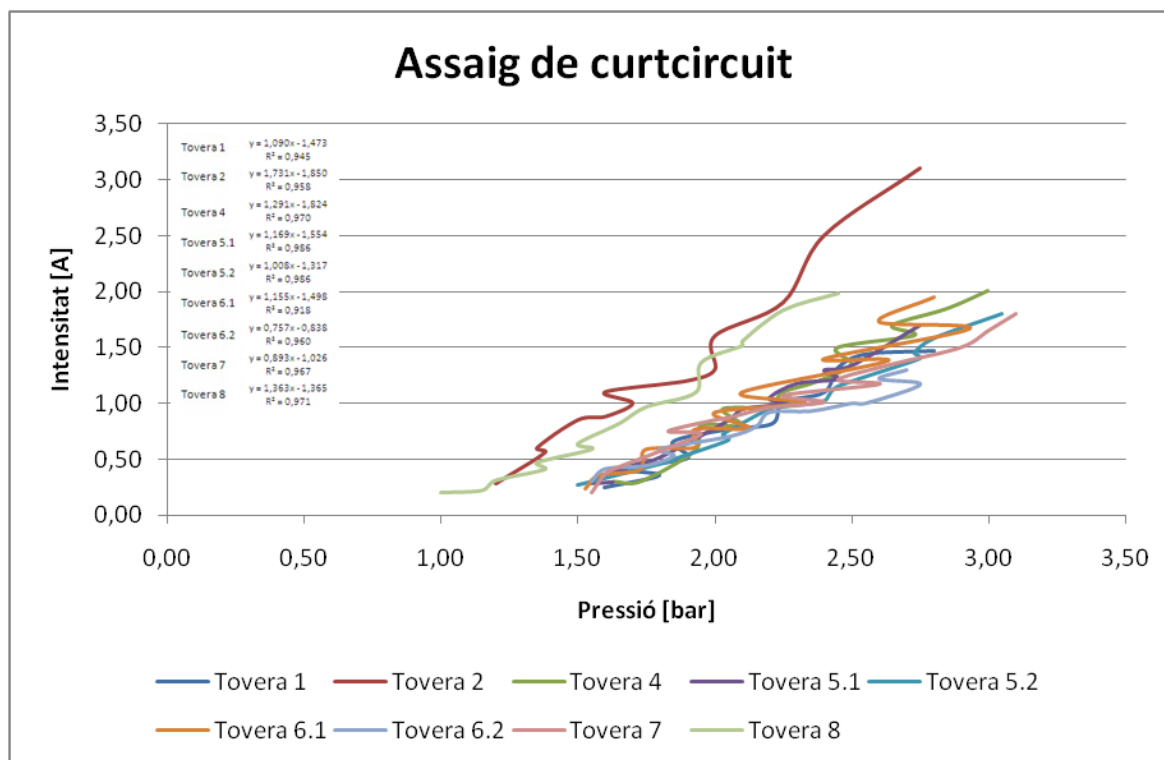


Figura K-29: Gràfica i equacions I-P de l'assaig de curtcircuit en funció de les toveres.

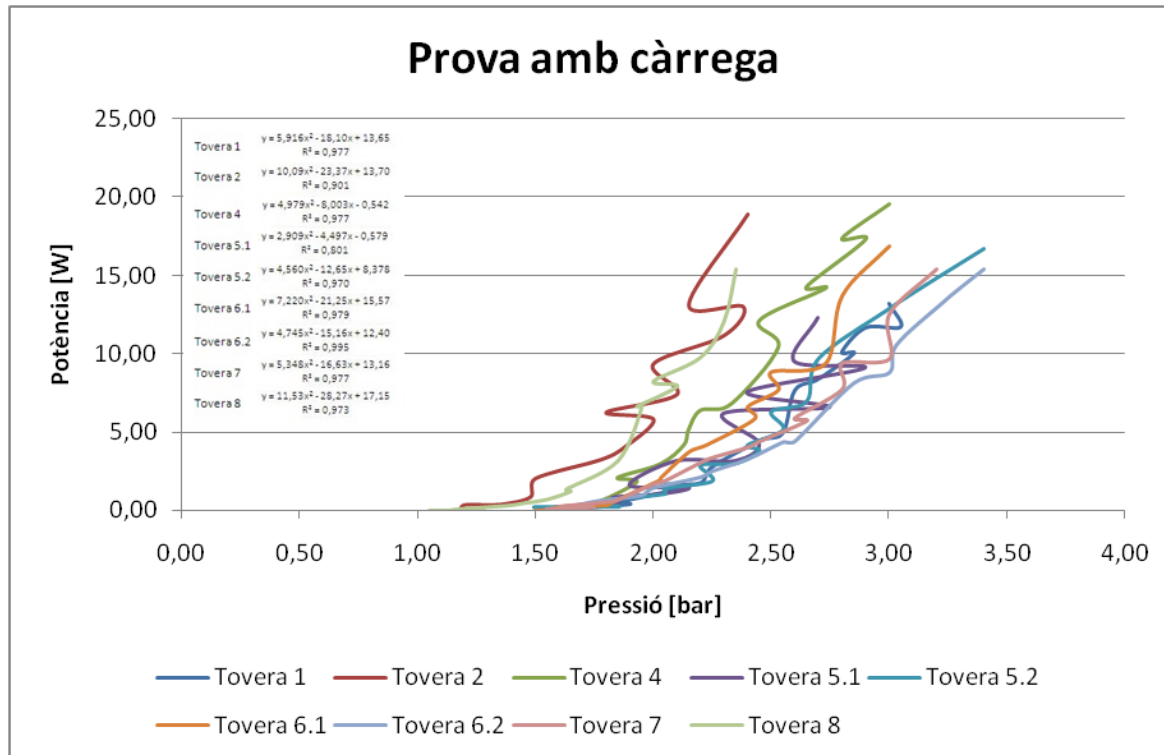


Figura K-30: Gràfica i equacions Pot-P de la prova amb càrrega en funció de les toveres.

A les figures anteriors, s'observa com en un principi la tovera 2 i la tovera 8 són les més adients, però utilitzant la regressió lineal establerta entre pressió i cabal per a cadascuna de les toveres obtingudes anteriorment, es decideix modificar l'eix de les abscisses utilitzant el cabal, per a poder realitzar una comparació més acurada entre les diferents toveres.

S'utilitzen les equacions extretes anteriorment en comptes de les dades mesurades de cabal per intentar evitar al màxim possible els errors experimentals perquè com ja s'ha comentat el cabalímetre utilitzat és probable que no sigui molt precís.

D'aquesta manera les gràfiques de les proves abans esmentades referides al cabal que hi circula es troben a la Figura K-31 per l'assaig en buit, a la Figura K-32 per l'assaig de curtcircuit i a la Figura K-33 per la prova amb càrrega.

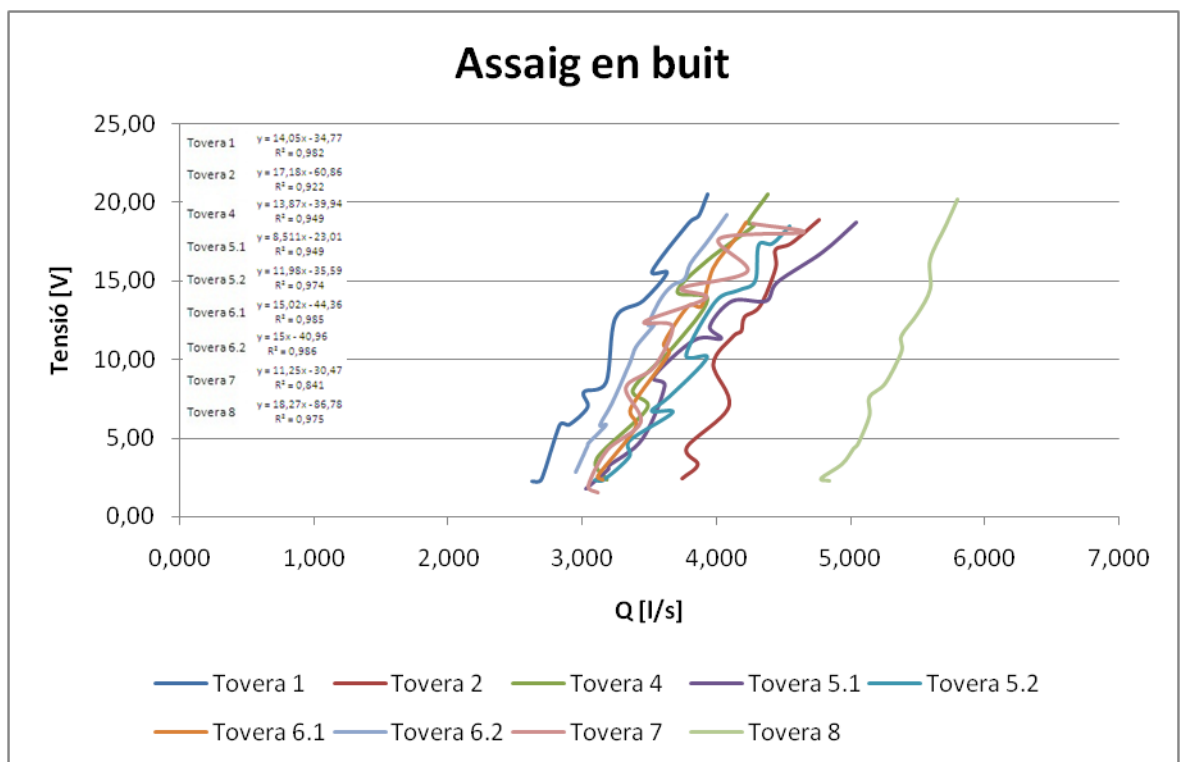


Figura K-31: Gràfiques i equacions, tensió-cabal, de l'assaig en buit en funció de cada tovera

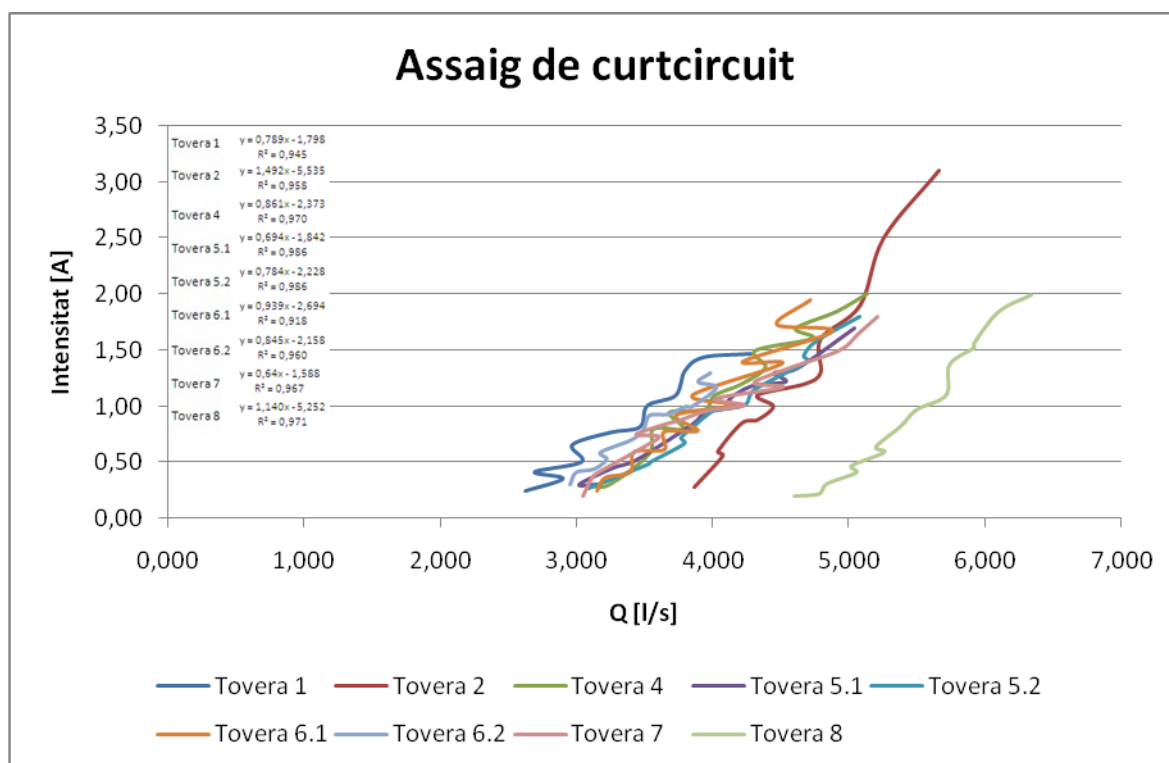


Figura K-32: Gràfiques i equacions, intensitat-cabal de l'assaig en curtcircuit en funció de cada tovera.

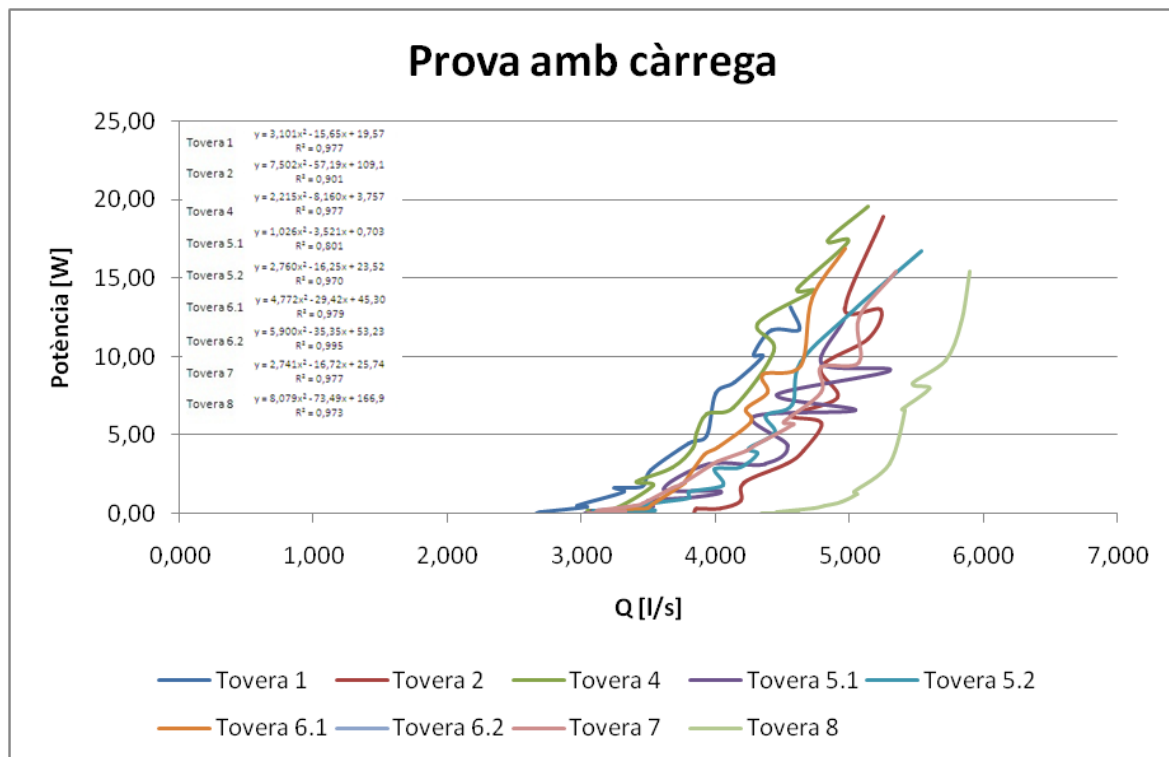
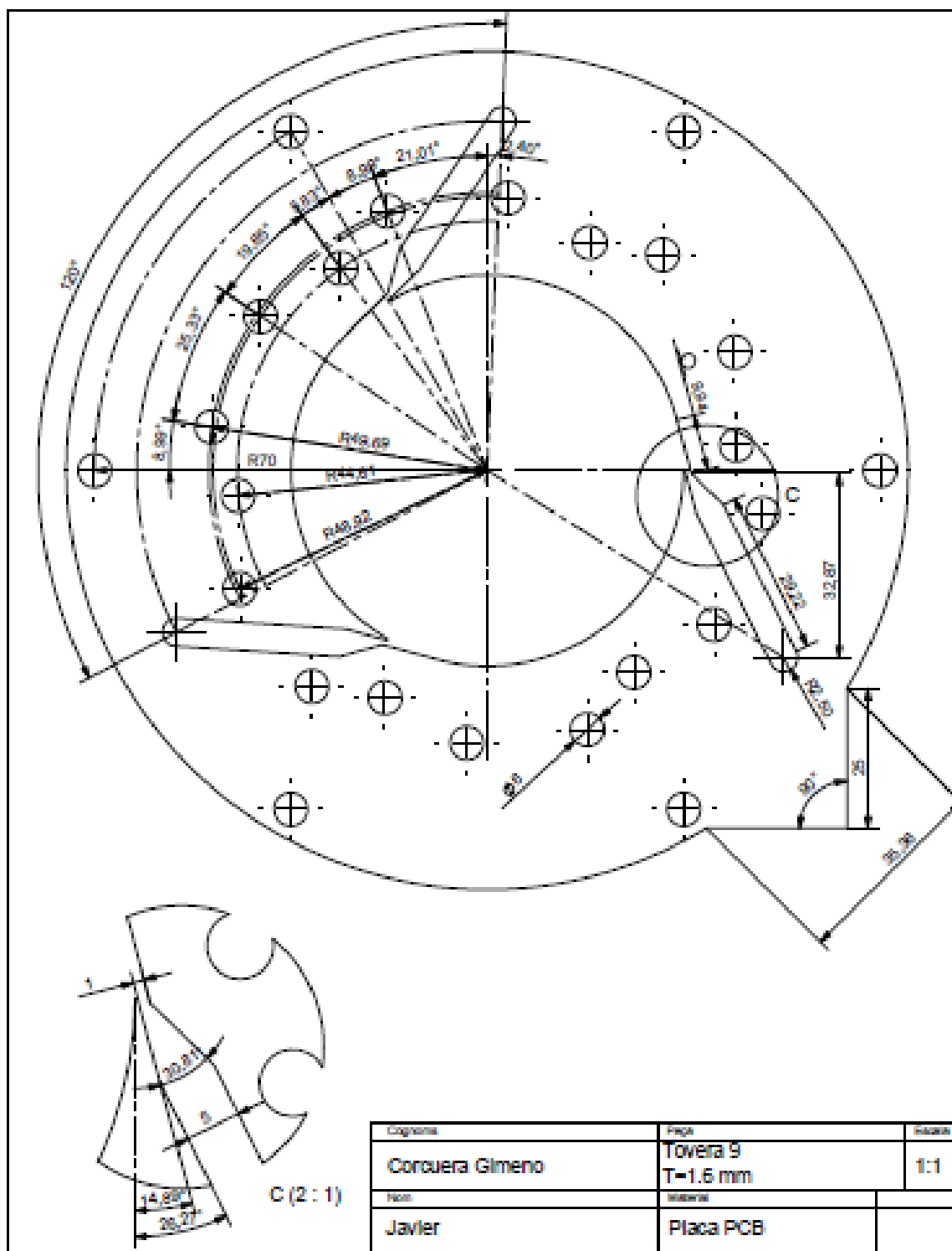


Figura K-33: Gràfiques i equacions, potència-cabal, de la prova amb càrrega en funció de cada tovera.

L. Plànols de la tovera 9

A la següent pàgina es pot observar el plànol de la tovera 9. Aquest disseny està pensat per un flux subsònic degut a no treballar amb una pressió suficientment elevada.



M. Presa de dades al taller mecànic (II)

Entrada gasos: 3
Tovera: 9

Data: 20/01/2016

Prova en buit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 5,32 | 0,50 | 0,60 | 0,022 |
| 7,20 | 0,60 | 0,70 | 0,022 |
| 9,83 | 0,70 | 0,80 | 0,023 |
| 13,50 | 0,90 | 1,00 | 0,025 |
| 15,90 | 1,10 | 1,20 | 0,027 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

| 10s | | | |
|-------|----------|----------|--------|
| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
| 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,022 |
| 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,023 |
| 0,82 | 0,90 | 1,00 | 0,025 |
| 1,06 | 1,10 | 1,20 | 0,027 |
| 1,26 | 1,30 | 1,30 | 0,029 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

| x3 | | 10s | | |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
| 3,55 | 0,70 | 0,80 | 0,25 | 0,023 |
| 5,90 | 0,90 | 0,95 | 0,75 | 0,025 |
| 8,40 | 1,00 | 1,10 | 1,00 | 0,026 |
| 10,20 | 1,20 | 1,30 | 1,20 | 0,029 |
| 18,80 | 2,00 | 2,10 | 2,00 | 0,032 |
| 20,20 | 2,20 | 2,30 | 2,10 | 0,033 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,00 |
| 12 | 1,50 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 1,00 |
| 12 | 1,50 |

Comentaris: 0,3 bar no arrenca
0,4 bar arrenca

Entrada gasos: 2
 Tovera: 9

Data: 25/01/2016

Prova en buit

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 4,9 | 0,5 | 0,6 | 0,022 |
| 7,6 | 0,65 | 0,75 | 0,022 |
| 8,9 | 0,7 | 0,8 | 0,023 |
| 12,2 | 0,8 | 0,9 | 0,024 |
| 14,6 | 0,9 | 1 | 0,025 |
| 15,8 | 1 | 1,1 | 0,026 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Curtcircuit

10s

| I [A] | P1 [bar] | P2 [bar] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|--------|
| 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,02 |
| 0,39 | 0,5 | 0,6 | 0,022 |
| 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,023 |
| 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,024 |
| 0,83 | 0,9 | 1 | 0,025 |
| 1,13 | 1,2 | 1,3 | 0,027 |
| 1,29 | 1,3 | 1,4 | 0,028 |
| 1,41 | 1,4 | 1,5 | 0,029 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Càrrega

x3

10s

| V [V] | P1 [bar] | P2 [bar] | I [A] | Q [m3] |
|-------|----------|----------|-------|--------|
| 1,4 | 0,4 | 0,5 | 0,25 | 0,02 |
| 2,9 | 0,6 | 0,7 | 0,45 | 0,022 |
| 3,55 | 0,7 | 0,8 | 0,55 | 0,023 |
| 5,72 | 0,9 | 1 | 0,75 | 0,025 |
| 10,5 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 0,028 |
| 11,2 | 1,3 | 1,4 | 1,45 | 0,029 |
| 14,05 | 1,4 | 1,5 | 1,55 | 0,03 |
| 15,1 | 1,5 | 1,6 | 1,75 | 0,031 |
| 16,4 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 0,032 |
| 18,9 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 0,033 |
| 20,1 | 1,9 | 2 | 2,05 | 0,033 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Prova en buit (alimentador)

amp.: N° 732183

volt.: Metro one verd

dextrogir (sentit + vermell)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 0,95 |
| 12 | 1,45 |

levogir (sentit + negre)

| V [V] | I [A] |
|-------|-------|
| 6 | 0,95 |
| 12 | 1,4 |

Comentaris: 0,3 bar no arrenca
 0,4 bar arrenca

N. Anàlisi de la tovera 9

Utilitzant els mateixos punts i criteris aplicats anteriorment a les altres toveres, es realitza l'estudi d'aquesta tovera. D'aquesta manera a la Figura N-1 es mostra l'estudi de pressió i cabal.

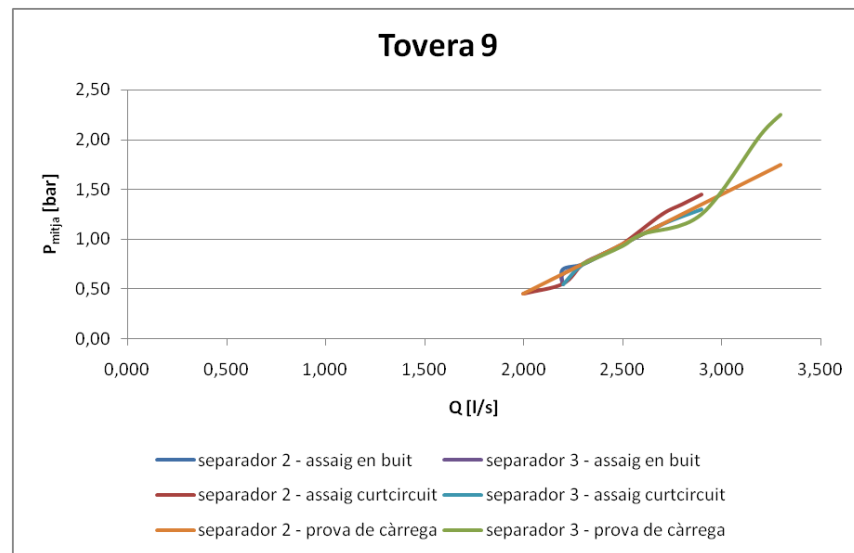


Figura N-1: Gràfica P-Q de les proves realitzades amb la tovera 9.

Després d'observar que en aquest cas no hi ha cap diferència significativa entre utilitzar diferents separadors i realitzar diferents proves, es continua l'estudi amb l'assaig en buit, Figura N-2, l'assaig de curtcircuit, Figura N-3 i prova amb càrrega, Figura N-4.

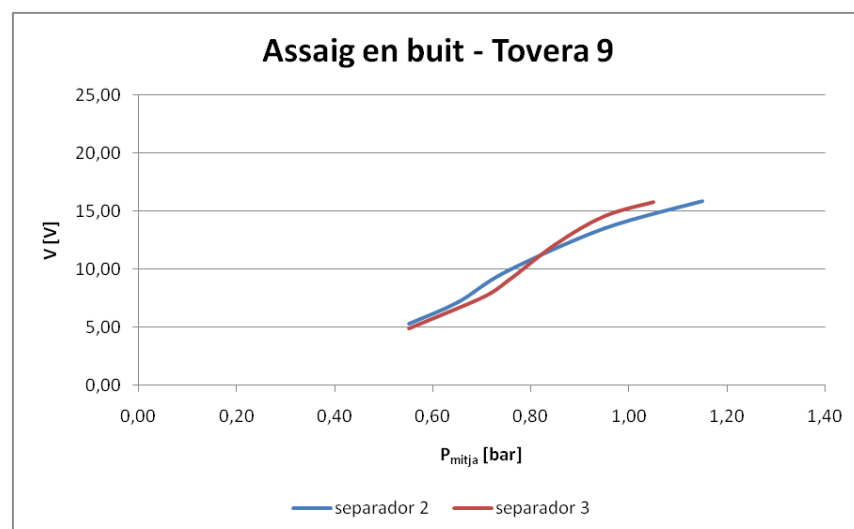


Figura N-2: Gràfica V-P de l'assaig en buit amb la tovera 9.

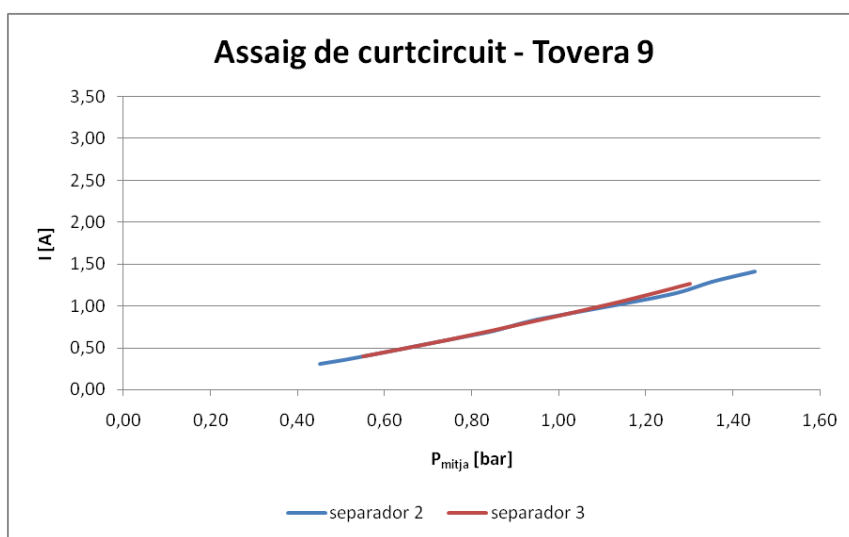


Figura N-3: Gràfica I-P de l'assaig de curtcircuit amb la tovera 9.

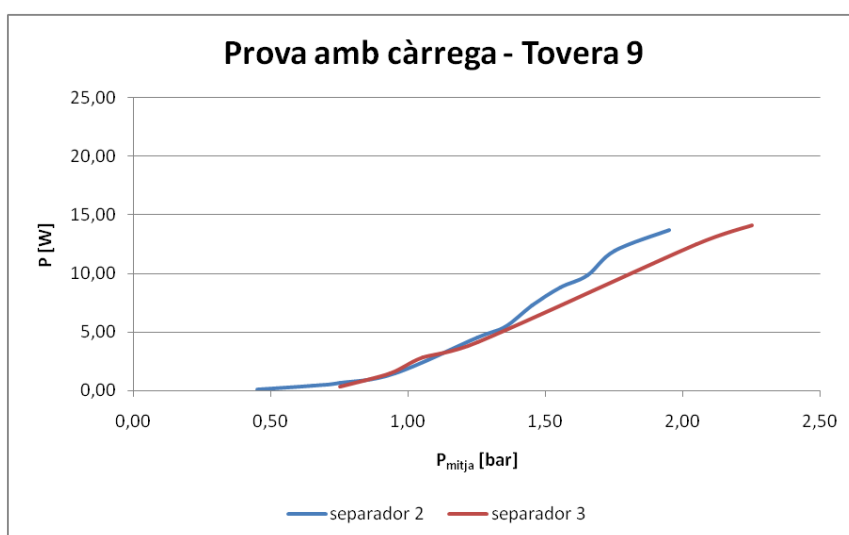


Figura N-4: Gràfica Pot-P de la prova amb càrrega amb la tovera 9.

En aquest estudi tampoc s'aprecia una diferència significativa al utilitzar els diferents separadors en les diferents proves.

O. Anàlisi dels diferents assajos (II)

Després d'haver realitzat l'estudi de la tovera 9, es decideix incorporar aquesta a les gràfiques abans realitzades. D'aquesta manera, com en els casos anteriors, s'utilitza l'equació trobada de pressió i cabal per a cada tovera i s'inclou la tovera a les diferents proves realitzades.

Les gràfiques de les proves abans esmentades referides al cabal que hi circula es troben a la Figura O-1 per l'assaig en buit, a la Figura O-2 per l'assaig de curtcircuit i a la Figura O-3 per la prova amb càrrega.

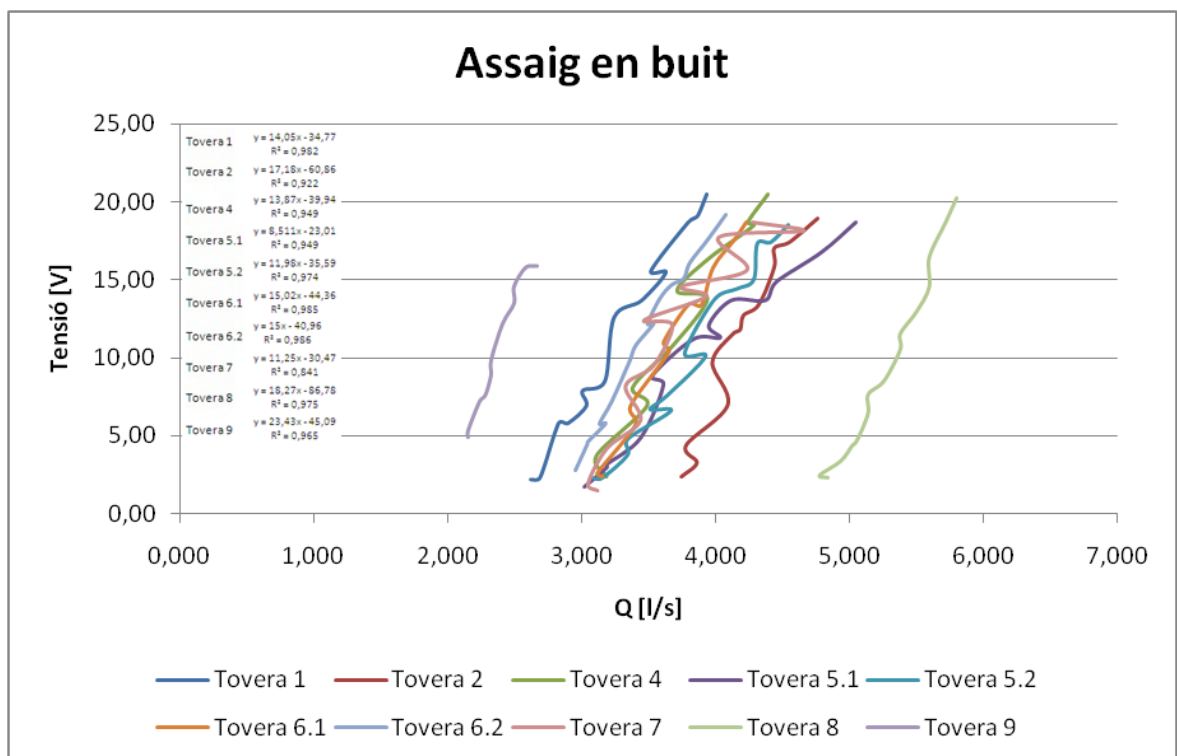


Figura O-1: Gràfiques i equacions, tensió-cabal, de l'assaig en buit en funció de cada tovera

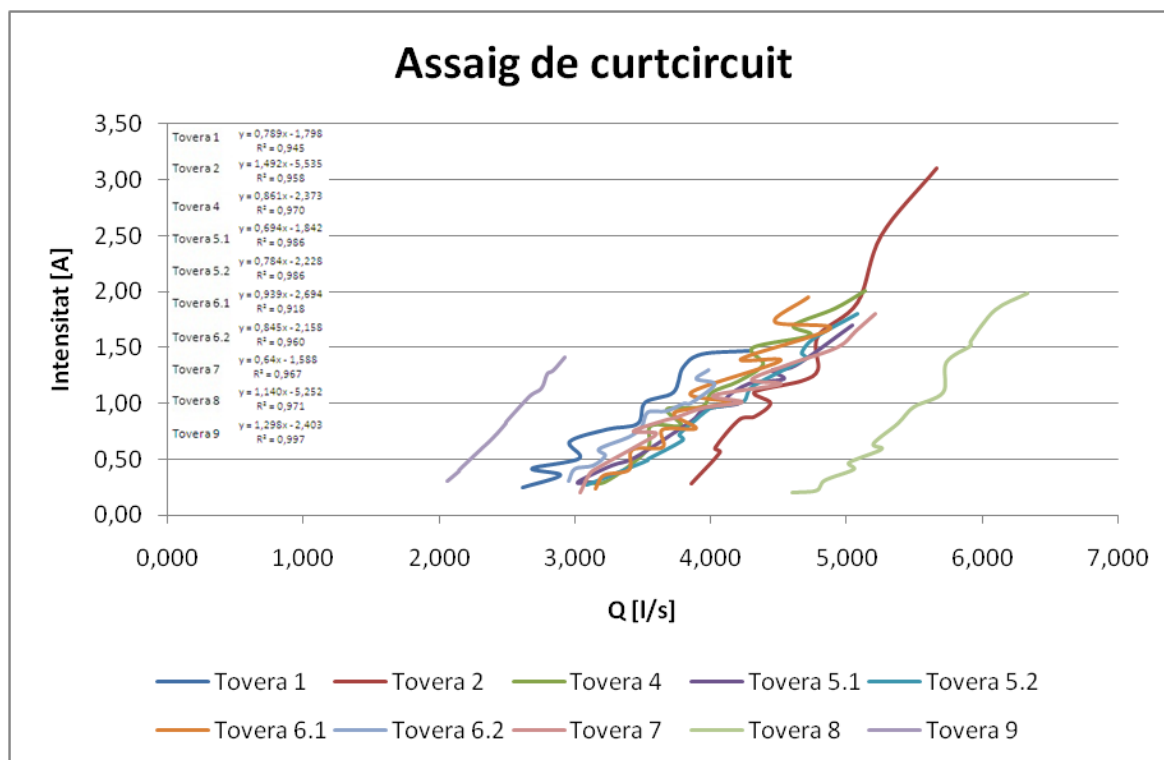


Figura O-2: Gràfiques i equacions, intensitat-cabal de l'assaig en curtcircuit en funció de cada tovera.

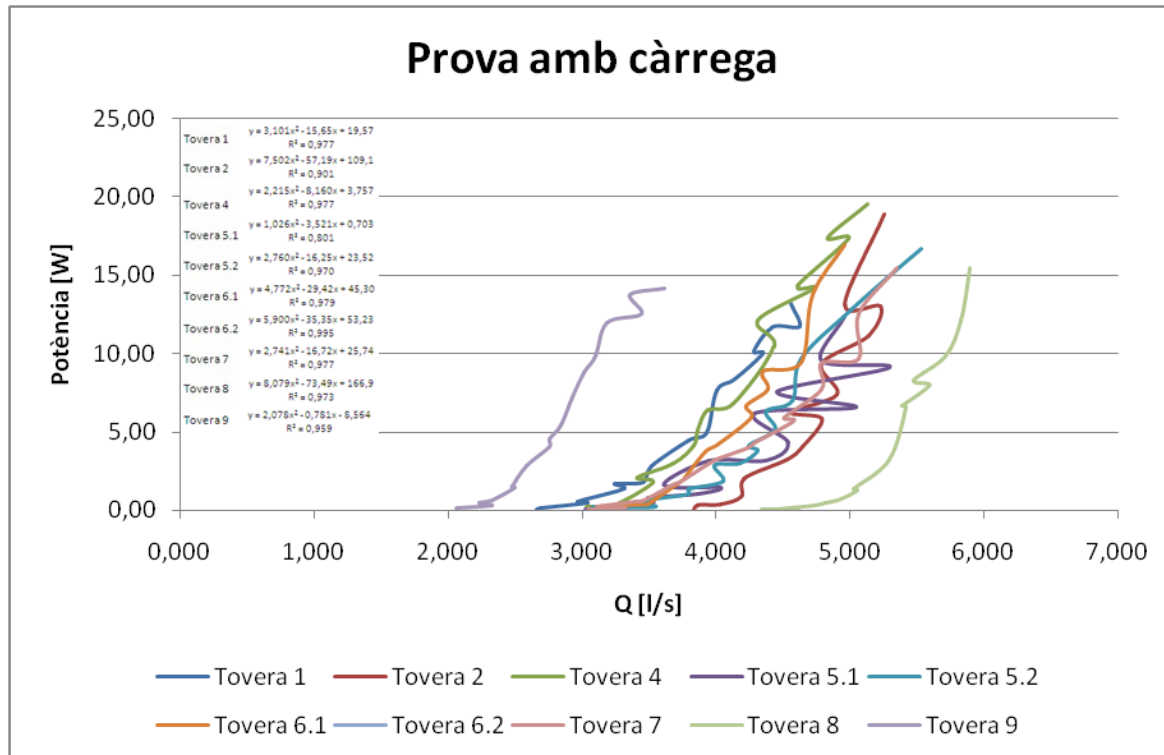


Figura O-3: Gràfiques i equacions, potència-cabal, de la prova amb càrrega en funció de cada tovera.

Finalment també es realitza un estudi temporal amb les gràfiques de les pèrdues per friccions mecàniques per observar l'evolució del fregament i les pèrdues del dispositiu. La Figura O-4 mostra aquesta evolució temporal de la càrrega.

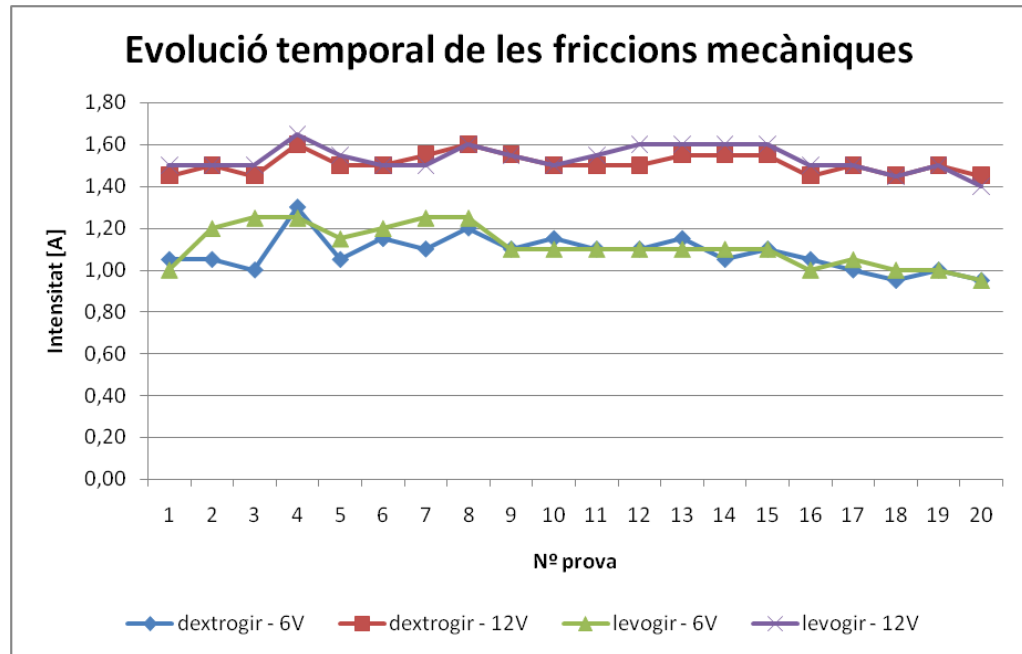


Figura O-4: Evolució temporal de les pèrdues de càrrega després de cada prova.

S'observa que les friccions s'han mantingut constants al llarg de la realització de les proves, és a dir, no han tingut un valor diferencial entre elles.

Al observar que la tovera 9 és la que millor resultat demostra, es farà una aproximació del rendiment de la tovera 9 en el punt on la potència és més elevada. D'aquesta manera de l'Eq O.1 a l'Eq O.4 es mostra aquest procés.

$$Q = \frac{\left(\frac{2,20 + 2,30}{2} + 1,946 \right)}{1,161} \cdot 10^{-3} = 3,614 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Eq. O.1})$$

$$P_{ent} = \frac{2,20 + 2,30}{2} \cdot 10^5 \cdot 3,614 \cdot 10^{-3} = 813,18 \text{ W} \quad (\text{Eq. O.2})$$

$$P_{sort} = 20,20 \cdot \frac{2,10}{3} = 14,14 \text{ W} \quad (\text{Eq. O.3})$$

$$\eta = \frac{P_{sort}}{P_{ent}} = 1,74\% \quad (\text{Eq. O.4})$$